Ref. Rm. St. Petersbourg; Akad. Sci. Mem., v. 3, 1861
Leningrad.

8Se47 M. D. Ashton OCT 1 - 1947

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

SAINT-PÉTERSBOURG.

VII[E] SÉRIE.

TOME III.

(Avec 26 Planches.)



SAINT-PÉTERSBOURG, 1861.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Comp.,
à Riga, M. Samuel Schmidt,
à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 8 Roubl. 90 Kop. arg. = 9 Thlr. 27 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie.

Juin 1861. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME III.

№ 1.

Die Aralo-Caspischen Calligoneen, bearbeitet von **El. Borszczow.** (Mit 3 Tafeln.) 45 pages.

№ 2.

Die supernumerären Brustmuskeln des Menschen. Von Dr. med. et chir. **Wenzel Gruber.** (Mit 2 Tafeln.) 20 pages.

№ 3.

Essai historique et critique sur la constitution sociale et politique de l'Arménie sous les rois de la dynastie roupénienne, d'après les documents orientaux et occidentaux conservés dans les dépots d'archives de l'Europe, par **Victor Langlois,** Membre correspondant de l'Académie royale des sciences de Turin, de l'Institut Lazareff de Moscou; chevalier de l'ordre des SS. Maurice et Lazare, de Sardaigne. 84 pages et 1 page errata et rectifications.

№ 4.

Zweiter Anhang zu der Abhandlung «Ueber die russischen Topase». (Vergl. Mémoires de l'Académie, VIe Série, Sciences mathématiques et physiques, Tome VI, et VIIe Série, Tome II.) Von **N. v. Kokscharow,** Mitgliede der Akademie. Mit 3 Tafeln. 7 pages.

№ 5.

Ueber die Strahlenbrechung in der Atmosphäre. Von **J. J. Baeyer,** Kön. Preuss. Generallieutenant, correspondirendem Mitgliede der Akademie. (Avec 1 Planche.) 82 pages.

№ 6.

Das Olonezer Bergrevier geologisch untersucht in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859 von **G. v. Helmersen,** Mitgliede der Akademie. Mit 1 Karte. 33 pages.

№ 7.

Ueber den russischen Epidot und Orthit. Von **N. v. Kokscharow,** Mitgliede der Akademie. Mit 5 Tafeln. 62 pages.

№ 8.

Die pharmaceutisch-wichtigen Ferulaceen der Aralo-Caspischen Wüste, nebst allgemeinen Untersuchungen über die Abstammung der im Handel vorkommenden Gummiharze: Asa foetida, Ammoniacum und Galbanum. Von **El. Borszczow.** Mit 8 Tafeln. 40 pages.

№ 9.

Die in Angriff genommenen Steinkohlenlager des Gouvernements Tula. Von **G. v. Helmersen,** Mitgliede der Akademie. 26 pages.

№ 10.

Ueber die Sprache der Tschuktschen und ihr Verhältniss zum Korjakischen von **L. Radloff.** 60 pages.

№ 11.

Die Oberschulterhakenschleimbeutel (Bursae mucosae supracoracoideae), eine Monographie mit Vorbemerkungen, enthaltend Beiträge zur Anatomie der Regio infraclavicularis und deltoidea. Von Professor Dr. **Wenzel Gruber.** (Mit 3 Tafeln.) 38 pages.

№ 12.

Вѣковыя возмущенія семи большихъ планетъ. Отдѣленіе четвертое. Возмущенія третьяго порядка относительно эксцентрицитетовъ и наклоненій планетныхъ орбитъ. Д. Перевощикова, Члена Академіи. 184 стран.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIe SÉRIE.
Tome III, N° 1.

DIE
ARALO-CASPISCHEN CALLIGONEEN,

BEARBEITET

VON

El. Borszczow.

(Mit 3 Tafeln.)

Der Akademie vorgelegt am 30. September 1859.

St. PETERSBURG, 1860.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 65 Kop. = 22 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Im Juni 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

DIE

ARALO-CASPISCHEN CALLIGONEEN,

BEARBEITET

VON

El. Borszczow.

---

1. Historisches.

Die ersten ausführlichen Nachrichten über die interessante Gattung *Calligonum* Linn. verdankt die Wissenschaft dem ingeniösesten Botaniker seiner Zeit Joseph Pitton Tournefort, welcher während seiner grossen Reise im Orient, unter anderen Ländern auch Armenien besuchte und daselbst, am Fusse des Ararat, den 10. August 1701 die erste Calligonum-Art entdeckte.

Noch vor Tournefort's Entdeckung erwähnen die älteren Botaniker einiger Pflanzenformen, welche auch als Calligoneen betrachtet werden könnten, wenn nicht das Vage der kurzen Diagnosen und das Mangelhafte der Abbildungen häufig unüberwindliche Hindernisse der richtigen Deutung entgegenstellten. So erwähnt z. B. Barrelier in seinem hinterlassenen Werke über Gewächse Spaniens und Italiens (Ed. 1714 p. 122, n° 1348, tab. 1034, fig. V.) eines «*Polygonum fruticosum aphyllon corniculatum minus*» (aus Spanien?). Die Abbildung giebt, in verkleinertem Maasstabe, einen blattlosen, sehr (gabelförmig) verzweigten Ast, jenen von Calligonum nicht unähnlich; sogar Spuren von lanzettförmigen, zurückgebogenen Ochreae sind abgebildet. Ob diese Abbildung aber ein Calligonum oder eine Ephedra vorstellen soll, ist nicht herauszubekommen. Folgende Bemerkung von Barrelier: *Planta est superiori congener*, — d. h. einer Ephedra (?), welche daneben (tab. 1033) abgebildet ist, deren Früchte aber mit Ueberresten eines 5-lappigen Perigonium's an der Basis, vielmehr an Calliphysa erinnern, als eine Ephedra-Frucht vorstellen — *sed minor, ramosa, surculosa, corniculata, bifurcata, geniculata, laevis, fragilis* — sagt nichts, um die fragliche Pflanze entweder für Ephedra oder für Calligonum zu erklären. Viel besser ist bei Plukenett (Phytographia 1696, tab. 311, fig. 3) das «*Polygonum juncoides scoparium ex insulis fortunatis* (Canariensibus) abgebildet. Die Tafel stellt vor einen Ast, welcher an den Enden seiner cylindrischen, articulirten Zweige — jenen von Calligonum täuschend ähnlich — gestielte Blumen zu zweien und vieren trägt, deren Form zwar genau nicht zu erkennen ist, welche jedoch keinesweges für Ephedra-Blumen gehalten werden können.

Leider fehlt eine ausführliche Beschreibung, sonst könnte man vielleicht, nach dem Habitus der abgebildeten Pflanze und nach ihrem Fundort, sie für das später von Webb (fide Decaisne) auf den Canarischen Inseln entdeckte *Calligonum comosum* erklären. — Tournefort bleibt also, wegen seiner klaren, echt wissenschaftlichen Beschreibung und guten Abbildung der wahre Entdecker und Begründer der Gattung Calligonum.

Im Anhang zu dem Corollarium seiner «Institutiones Rei Herbariae [1])» beschreibt Tournefort diese neue, vom Orient stammende Pflanzengattung, welche er, wegen ihrer Verwandtschaft mit Polygonum — «*Polygonoides*» nennt, und erwähnt eine einzige Art dieser Gattung unter dem diagnostischen Namen: «*Polygonoides Orientale Ephedrae facie.*» Zugleich giebt er auch auf der Tafel 478 des dritten Theils seines grossen Werkes eine ziemlich genaue Abbildung der Blume und Frucht der von ihm entdeckten Pflanze. Linné änderte den Tournefort'schen Namen «*Polygonoides*», den er für unpassend hielt, in *Calligonum* [2]) um und nahm die Pflanze in seine Species Plantarum mit dem Beinamen «*polygonoides*» auf.

Nach dieser ersten Entdeckung, welche innerhalb der Zeitperiode 1701—1703 gemacht wurde, verliefen etwa 70 Jahre ehe die Calligoneen, durch Pallas's Forschungen, einen neuen Zuwachs bekamen. Die Gegenden östlich vom unteren Wolgalaufe und einen Theil der transcaspischen Länder Inner-Asiens bereisend, entdeckte Pallas noch eine Art, welche er anfangs für identisch mit dem Linneischen *Calligonum polygonoides* hielt. Später trennte er aber seine Pflanze von der Linneischen, stellte ein neues Genus — *Pterococcus* — auf und nannte die Pflanze *Pterococcus aphyllus* [3]). Die letzten Schriften Pallas's beweisen, dass er dennoch über die specifische Verschiedenheit seines *Pterococcus* und des *Call. polygonoides* L. nicht ganz mit sich im Reinen war [4]). Dagegen scheint es, dass Linné fil., welcher wahrscheinlich noch die ersten Exemplare mit der Aufschrift «*Calligonum polygonoides* Linn.» von Pallas selbst empfangen hatte, den wahren Unterschied einsah und die Pflanze unter dem Namen *Pallasia caspica* im Suppl. plantar. 1781, p. 37 beschrieb.

Betrachtet man Pallas's Schriften näher, so leuchtet es ein, dass sein *Pterococcus aphyllus* eine zusammengesetzte und zwar aus drei verschiedenen Species bestehende Art ist. Als primitiver, ächter *Pterococcus aphyllus* darf nur diejenige Pflanze angesehen werden, welche Pallas im zweiten Bande seines Itinerarium's (p. 738, 739, tab. S) ausgezeichnet schön beschreibt und von ihr daselbst eine gute Abbildung giebt. Es ist die Wolga'sche Pflanze, deren Beschreibung und Abbildung im obenerwähnten Werke auf's Genaueste mit Pallas's authentischen Exemplaren von *Pterococcus aphyllus* im Akademischen Herbarium

---

1) Corollarium 1703 p. 47; Voyage du Levant vol. II. 1717 p. 356, cum icone satis bona; descriptio optima!

2) Hortus Cliff. 212; Genera plant. (ed. I.) app. p. 345, n° 866.

3) Pall. itiner. 1771, 2, p. 738.

4) Pall. Flor. Ross. tom. I, pars II, 1784, p. 71: *Polygonoides Ephedrae facie*, quod Tournefortius in declivitate montis Ararat legit, mihi cum *Pterococco* omnino convenire videtur, nisi *quod alae fructus forte detritae fuerint.*» In einer anderen Hinsicht ist viel Wahres in diesen Worten; indem Pallas die Verschiedenheit seines *Pterococcus*, als *speciei sui juris*, unbegründet bezweifelt, spricht er indirect und zufällig die richtige Vermuthung aus über die Unhaltbarkeit von *Calligonum* und *Pterococcus*, als verschiedener Gattungen

übereinstimmen. Was die Beschreibung und Abbildungen von *Pallasia caspica* in Pallas's Flora Rossica (p. 70, 71, tab. 77 et 78) anbetrifft, so gehört die Beschreibung wirklich dem ächten *Pterococcus aphyllus* und ist dem Itinerarium gänzlich entlehnt, was offenbar dieselben gebrauchten Ausdrücke zeigen; die Abbildungen aber sind nach Exemplaren gezeichnet, welche ganz anderen Arten angehören. Die Tafel 77 stellt nämlich vor *Call. flavidum* Bge. und die Tafel 78 *Call. rubicundum* Bge. Beide Pflanzen bewohnen den östlichen Theil der Centralasiatischen Wüsten und kommen in der Wolga-Gegend durchaus nicht vor. Wenn sie aber auch wirklich vorkämen, so ist die Verwechselung derselben mit *Pt. aphyllus* (*Call. Pallasia* L'Hérit.) eine Unmöglichkeit, da sie nicht nur in den Fruchtcharakteren, sondern im ganzen Habitus keine Aehnlichkeit darbieten. Es ist also schwer zu verstehen wie der sonst so scharfsinnige Pallas diese drei Arten nicht unterscheiden konnte.

Im Jahre 1791 beschrieb L'Héritier (in Transact. of Linnean Soc. Lond. t. I. p. 179, 180) noch eine aus Aegypten und der Berberei stammende neue Art *Calligonum comosum* und vereinigte zugleich scharfsinnig die beiden Gattungen *Calligonum* Linn. und *Pterococcus* Pall. zu einer einzigen — *Calligonum*. Seine richtige, klar ausgesprochene Ansicht fand aber keinen Beifall, da sogar bis jetzt *Calligonum* und *Pterococcus* von mehreren Autoren als verschiedene Gattungen angesehen werden[1]). In der vorliegenden Abhandlung werde ich suchen die gründliche Meinung L'Héritier's, welche auch sonst schon von Endlicher (Genera n° 1989) und Al. Bunge als solche anerkannt worden ist, durch manche Belege zu unterstützen.

Ein schönes Material zur Kenntniss der Calligoneen wurde ferner hinzugefügt von den unermüdlichen Naturforschern und Reisenden im Inner-Asien: Ledebour und Meyer — aus der östlichen dǰungarischen[2]) Wüste; von Al. Bunge und Turczaninow — aus dem Mongolo-Chinesischen Gebiete; von Karelin — vom Ostufer des Kaspischen Meeres und aus der Dǰungarei; von Schrenk und Meinshausen — aus der Balchasch- Alakul- und Ili-Wüste, und von dem, leider für die Wissenschaft allzufrüh verstorbenen Alex. Lehmann — aus den Aralo-Caspischen Gegenden. — Zehn ausgezeichnete Arten[3]) waren die Ausbeute dieser während der Zeitperiode 1826—1848 gemachten Reisen. Stellen wir nun jetzt alle bisher erwähnten Calligonum-Arten zusammen, indem wir noch das von Olivier und Bruguière aus Syrien oder Mesopotamien mitgebrachte und von Jaubert und Spach in den «Icones plantarum orientalium» beschriebene und abgebildete (tab. 471 l. c.) *Calligonum tetrapterum* hinzu rechnen, so ist die Anzahl aller, vom Jahre 1700 bis 1857, entdeckten Calligoneen = 14 Arten.

---

1) Meisner in De Candolle Prodr. tom. XIV, p. 28 seqq.

2) Ueberall wo das j mit dem Zeichen (ˇ) versehen ist muss es wie im Französischen ausgesprochen werden.

3) *Call. rubicundum*, *flavidum*, *crispum*, *leucocladum*, *Calliphysa*, *Caput Medusae*, *mongolicum*, *anfractuosum*, *eriopodum* und *Murex*. Von diesen sind *Call. rubicundum* und *flavidum* schon aus den Abbildungen in Pall. Fl. ross. bekannt, die übrigen acht sind neu aufgestellte Arten.

*

In den Jahren 1857—1858 gelang es mir während der letzten Akademischen Expedition, welche die Aralo-Caspische und transaralische Wüste und den unteren Lauf des Ssyr-Darja besuchte, noch 11 Arten zu entdecken. Damit ist nun, im Jahre 1859, die Anzahl aller bekannten Arten bis auf 25 gestiegen.

2. Bedingung des Vorkommens, modus crescendi der Calligoneen; Aussehen einer mit Calligoneen bewachsenen Gegend.

Die erste Bedingung für das häufige Vorkommen der Calligoneen ist ein vorzüglich continentales Klima mit heissem, regenarmem Frühjahre und Sommer, trockenem oder mässig nassem Herbste und nicht allzu kaltem Winter. Alle diese klimatischen Verhältnisse finden ihre vollständige Realisation in den, am Aralsee und im Ssyr-Darja-Becken liegenden Gegenden des grossen Central-Asiatischen Tieflandes.

In der ersten Hälfte des April-Monats (im süd-östlichsten Theil sogar viel früher) treten sehr warme Tage ein und die Hitze wird immer heftiger, bis sie in der zweiten Hälfte des August allmählig wieder abnimmt. Während dieser 4 Monate wird der Himmel höchst selten von Wolken getrübt, welche erst gegen Ende August in grösseren Massen, besonders bei W.- oder SW.-Winden, erscheinen. Im Juni und Juli bilden sich gar keine *cumuli* (oder doch sehr selten, immer einzeln und zerrissen) und die *cirrhi* lassen sich oft nur beim Aufgange oder Untergange der Sonne als sehr feine, gefiederte Streifen unterscheiden. Regen ist so selten, dass ich im Sommer 1858, während meines Aufenthaltes in der Kara-Kum-Wüste und am Ssyr-Darja, nur zwei eigentliche Regen beobachten konnte: einen Regenguss mit starkem Gewitter am 1. Mai in der Kara-Kum-Wüste, der etwa eine Viertelstunde dauerte, und ein Gewitter in der Nacht vom 16—17 Juli am Ssyr-Darja. Will man zu den Regentagen auch diejenigen rechnen, wo nur einige Tropfen gefallen sind, so waren solcher während der ganzen Sommerperiode d. J. 1858 nicht mehr als 7 im Fort Peroffsky beobachtet worden. Wie gross also im Sommer die Trockenheit der Luft und des Bodens in einer des Wassers vollständig ermangelnden Wüste sei, wie z. B. Kisyl-Kum oder Mittlerer Kara-Kum, ist leicht sich vorzustellen[1]). Der Winter am Ssyr-Darja und besonders südlich vom Strome in dem transaralischen Gebiete scheint durchaus nicht streng zu sein. Fröste von —12 bis —15° R. halten sehr selten drei Tage nach der Reihe an und ich erinnere mich nur eines Frostes (im December 1857 am Kara-Tugai), wo die Kälte vielleicht bis —20° R. gestiegen ist und dies wegen eines heftigen NNW.-Windes, welcher

1) Als Beweis, wie unbedeutend die in der Luft enthaltene Wassermenge in diesen Gegenden ist, werden ein Paar psychrometrische Beobachtungen dienen, welche ich in der trockenen Gegend zwischen dem Caspi- und Aralsee, 20—40 Werst SO. von der grossen westlichen Krümmung des Emba bei Kandaral, gemacht habe. Das Psychrometer zeigte nämlich im ersten Drittel des September in geringer Entfernung (50—60 Werst) vom grossen Wasserbecken des Caspisees zwei Tage nach der Reihe (d. 8. und 9. Sept.), um 2 Uhr Nachmittags, die ungeheure Differenz von 10,00 bis 10,05° R. zwischen den beiden Thermometern. Diese Zahl entspricht aber dem geringen Gehalte von etwa 7,6 Grammen Wasserdämpfe in einem Kubikmeter Luft, bei einer Temperatur von 24,60° R. (30,65° C.).

ganze Haufen Schnee zusammengefegt hatte. Gewöhnlich schwankt die Temperatur der Wintertage im Fort Peroffsky während der Monate December, Januar und Februar zwischen 0° und —10 bis —12° R.; häufig tritt auch Thauwetter ein, bei klarem Himmel und schöner Sonne. Ebenso verhält sich die Wintertemperatur in der mittleren Kara-Kum-Wüste und an dem Ostrande des Caspischen Meeres; ja sogar mag der Winter in dieser letzten Gegend, wegen der westlichen Lage, noch milder sein. Dagegen steigt die Kälte am Nordrande des Kara-Kum, in der Lehmwüste am Irgis, am Ust-Ürt-Plateau und in der Nähe der Mugjodaren nicht selten bis zu einem ungeheuren Froste von —30°, sogar —32° R. Den Kirgisen ist diese Strenge des Winters in offener Lehmwüste und die verhältnissmässige Milde desselben in Sandwüsten sehr gut bekannt, wesswegen sie auch immer die Wintermonate im Kara-Kum oder in irgend einer anderen Sandwüste zubringen.

Verfolgt man nun, nach diesen vorläufigen Betrachtungen, die Verbreitung der Calligoneen im ganzen Aralo-Caspischen Territorium, so ergiebt es sich, wie wir auch später sehen werden, dass diese Sträucher sich da am besten entwickeln und die mannigfaltigsten Formen zeigen, wo bei den übrigen Bedingungen des excessiven Klima's die Winterkälte geringer ist. (In den Sandwüsten, an Binnen-Meeren, in der Nähe der See- und Flussufer)

Dieser Bedingung schliesst sich ferner noch eine andere an, — die physikalisch-chemische Beschaffenheit des Bodens, — welche überhaupt eine der Ursachen der charakteristischen Vegetation in dem Central-Asiatischen Flachlande ist, und auch auf das Vorkommen der Calligoneen einen höchst wichtigen Einfluss hat. Mächtige Sandalluvien in Gestalt von stationären (oder auch bisweilen, zum Theil, beweglichen) Sandhügelreihen, welche auf compactem, lehmigem, mit Kochsalz, kohlens. Kalk, Gyps und Magnesia imprägnirtem Schlamm ruhen, sind die wahren Standorte für Calligonum-Arten. Sie bedürfen also eines lockeren Bodens, dem mineralische Substanzen, besonders Kochsalz und Kalk, beigemengt sind und der auf einer nahe liegenden Schicht ruht, welche die Eigenschaft hat, das Durchsickern des aus der Atmosphäre fallenden Wassers zu verhindern und dadurch die Bildung constanter unterirdischer Wassergänge zu befördern.

Diese Bedingung — die einzige Ursache der relativ üppigen Vegetation in den Sandhügelwüsten — ist für Calligoneen so sehr wichtig, dass, mit Ausnahme von *Calligonum Caliphysa*, welches grösstentheils auf dürrem Lehmsand oder lehmigtem Mergel vorkommt, — man vergebens in einer Lehmwüste andere Calligonum-Arten suchen würde. Wenn solche aber zufälliger Weise wirklich vorkommen, so sind sie von sehr kleinem Wuchse, blühen niemals und vertrocknen häufig, was offenbar auf einen anomalen Standort hinweist[1]).

Die Calligonum-Arten wachsen immer beisammen und zwar so, dass die mehr verbreiteten Species die Hauptmasse bilden, welche Rücken und Abhänge der Hügelreihen

1) *Calligonum Pallasia*, welches in der Kara-Kum Wüste 5—7 Fuss hoch ist, erscheint sparsam in der Lehmsandwüste gegen den Irgis zu, als ein kleiner, kaum $1\frac{1}{2}$ Fuss hoher Strauch, welchen ich niemals blühend gesehen habe.

häufig als dichtes Gebüsch bedecken, und die seltener vorkommenden Arten treten hie und da zwischen der gemeineren Art auf. *Calligonum Pallasia* und *leucocladum*, und, an gewissen, jedoch sehr begrenzten Orten, auch das *Calligonum flavidum* — stellen immer die Masse vor; die übrigen Arten erscheinen als sporadische Gewächse nur an gewissen Stellen, kleine Kreise und Inseln bildend, oder sonst auch als einzelne Sträucher.

Ein Calligonum-Gebüsch ist für ungewöhnte Augen etwas sehr Interessantes und Ueberraschendes. Die Landschaft, welche sich gewiss mit keiner anderen vergleichen lässt, ist schon von Weitem erkennbar. Die Sandhügelreihen sehen aus wie mächtige weisse oder röthliche erstarrte Meereswogen, deren Abhänge und Rücken im Frühjahr von zahlreichen kugeligen Haufen von dem schönsten Grün, im Herbst und Winter von schwarzen oder roth-braunen kugeligen Skeletten bestreut sind. Die zickzackförmigen Verzweigungen des bizarr aussehenden Gebüsches nehmen die mannigfaltigsten phantastischen Formen an auf dem weisslichen Fond des Sandes bei starkem Luftspiele, in Folge heftiger Strahlung der Wärme durch den Boden. Im Frühlinge sind die Calligoneen ein wahrer Schmuck der Sandwüsten: ihre braunrothen oder milchweissen, glasglänzenden oder matten Aeste, smaragdgrünen articulirten Zweige von röthlich-weissen, angenehm nach Aepfelblüthen duftenden Blumen besetzt, machen einen ganz eigenthümlichen Eindruck auf den, durch brennende Hitze und Monotonie der Lehmwüste ermüdeten Reisenden. Sobald man die Calligoneen erblickt, fühlt man sich erfrischt und wie von einem schweren Traume befreit. Dieses Wohlgefühl hat aber noch einen anderen, wichtigeren Grund, der durch die beinahe allgemein herrschende Wassernoth bedingt wird: wo Calligoneen wachsen, da hat man immer Hoffnung irgend welche Brunnen aufzufinden, indem an solchen Stellen die unterirdischen Wasseradern häufig sehr nahe zur Oberfläche liegen. Besonders bemerkenswerth ist die Weise, in welcher die Sträucher im lockeren Sandboden festgehalten werden. An Stellen, wo der untere Theil des kurzen Stammes und der Hauptwurzel vom Flugsande entblösst wird, sieht man strickförmige, schön rostbraune, theils beinahe senkrecht in den Sand einschiessende, theils horizontal in demselben kriechende Nebenwurzeln, deren obere ausgerissene Theile häufig über 2 Faden lang waren. Mittelst dieser zahlreichen Wurzeln haftet die Pflanze so stark im Boden, dass man nicht Kraft genug hat, sogar nachdem die viel kürzere Hauptwurzel abgehauen ist, den Strauch von seiner Stelle auszureissen. Diese Nebenwurzeln müssen, mehr als in manchen anderen Pflanzenfamilien, eine sehr wichtige Rolle im Nutritionsprocesse spielen.

3. Entwickelung der Calligoneen.

Die Keimung der *Calligonum*-Früchte ist bis jetzt nur von Pallas beobachtet worden[1]). Dieser ausgezeichnete Naturforscher sagt auf der S. 70 seiner «Flora Rossica» Fol-

1) L'Heritier (In Transact. Vol. I. 1791. p. 180) sagt, dass er in seinem Garten einen cultivirten, Blumen und Früchte tragenden Strauch von *Call. Pallasia* besitze, ohne jedoch irgend einer Thatsache über die Keimung zu erwähnen.

gendes über diesen höchst interessanten Gegenstand: «*In arena profundius satae nuces satis cito germinant et folia duo seminalia quasi elatere quodam una nocte citissime erumpunt, fere pollicaria, filiformia, citoque eriguntur. Dehinc junci alterne protruduntur citoque adolescunt sine foliis; fruticuli jam secundo anno primos flores, sed solitarios vel geminatos et paucos promunt.*» Mit diesen wenigen klaren Worten ist Alles über die erste Entwickelung der Calligoneen gesagt. Wir wollen nun die Entwickelung der erwachsenen Sträucher verfolgen[1]). In den ersten wärmeren Frühlingstagen, welche gewöhnlich schon im April eintreten, bekommen die Calligonum-Sträucher ein lebhafteres Aussehen. Die glatte Rinde der Aeste und Zweige, die während der Wintermonate longitudinale Fältchen zeigte, wird glatt, bekommt einen lakirten Glanz und eine frische braunrothe (oder, bei *Call. leucoladum*, milchweisse) Farbe, welche in jüngeren Zweigen bisweilen in's ziegelrothe (oder silberweisse) übergeht. Zugleich verschwindet die Rigidität der Aeste und die knotigen Intumescenzen der zwei- und einjährigen Zweige, oder auch zuweilen älterer Aeste, zeigen eine grünliche Schattirung in Folge der treibenden, articulirten *ramuli herbacei*. Der ganze Strauch, obgleich noch immer — wegen der unbelaubten[2]), unter rechtem Winkel verzweigten Aeste — von korallenartigem Aussehen, bekommt weichere Contouren. Nach 5—7 Tagen sind die *ramuli herbacei* beinahe ausgebildet, mit jungen Ochreae und Blättern versehen und der Strauch sieht aus wie eine schöne smaragdgrüne, mehr oder weniger regelmässige Kugel.

Die Vertheilung der *ramuli herbacei* und ihre spätere Ausbildung zu *rami lignosi* (*annotini*) ist durchaus nicht bei allen Arten eine und dieselbe. Bei manchen Arten, z. B. bei *Call. Pallasia*, *rubicundum*, *flavidum*, *leucocladum*, *erinaceum*, entspringen die *ramuli herbacei* zugleich in dichten Büscheln aus den knotigen Intumescenzen der älteren Aeste und einzeln (oder zu 2—3) aus den vorigjährigen Zweigen oder an deren Basis; bei anderen dagegen, z. B. bei *Call. eriopodum*, *acanthopterum*, *paniculatum* bilden sie sich in der Regel einzeln (selten zu 3) auf den vorigjährigen Zweigen oder in der Nähe derselben. Diese Verschiedenheit im Entstehen der *ramuli herbacei* ist sehr wichtig, indem sie einen grossen Einfluss auf die äussere Physiognomie des Strauches und die spätere Bildung der *rami lignosi* hat. Die, aus den knotigen Intumescenzen (z. B. bei *Call. Pallasia*, *flavidum*) entspringenden, büscheligen *rami herbacei* erscheinen etwas später als die einzeln sitzenden und fallen meistens bald nach der Fruchtbildung ab; dagegen entwickeln sich diese letzten früher und gelangen im Herbst gewöhnlich zur Bildung neuer *rami lignosi*[3]). Dabei verlieren sie aber einen guten Theil ihrer Haupt- und Nebengliederchen (Aestchen). Bei anderen Calligonum-Arten, z. B. *Call. eriopodum*, *acanthopterum*, bilden sich im Herbst die einzeln sitzenden *ramuli herbacei* beinahe alle zu *rami lignosi* aus, indem nur ihre Neben-

---

1) Die Beobachtungen sind an *Call. Pallasia* und *leucocladum* gemacht worden.

2) Ich erlaube mir diesen Ausdruck, weil die abfallenden *ramuli herbacei* bei den Calligoneen doch die Rolle des Laubes zu spielen scheinen.

3) Schon Pallas erwähnt in seiner «Flora rossica» dieser Thatsache, indem er, p. 70, sagt: «*Horum* (juncorum) *praecociores firmantur in ramos lignescentes*, *teneriores hyeme* (??) *decidunt.*»

gliederchen grösstentheils mit den Früchten abfallen. Die Menge der neu gebildeten *rami lignosi*, so wie auch ihre Länge, sind in verschiedenen Arten verschieden. Bei denjenigen Calligonum-Arten, welche zugleich büschelige und einzeln sitzende *rami herbacei* haben (z. B. *Call. Pallasia*), sind die neu entstandenen *rami lignosi* geringer an Zahl und gewöhnlich kürzer; sie überschreiten kaum die Länge eines Fusses (in *Call. Pallasia*, *leucocladum*, *flavidum*) und bei dem höchst charakteristischen *Call. horridum* sind sie nur 2—4 Zoll lang. Dagegen erreichen sie z. B. bei *Call. acanthopterum* und *eriopodum* oft eine Länge von 1 bis 2 Fuss, sind immer ruthenförmig und schlank, während sie bei den vorhergehenden Arten später meistens angebrochen und tortuös aussehen. Die daraus folgende Verschiedenheit im Habitus der Calligonum-Sträucher ist leicht zu errathen: die ersten haben, nach dem Abfallen der *ramuli herbacei*, eine kugelige, steife, korallenartige Gestalt, die zweiten ein graciles, bisweilen baumartiges Aussehen.

Das Erscheinen der Blumenknospen bemerkt man erst nach vollständiger Entwickelung der *ramuli herbacei*. Das Aufblühen dauert verhältnissmässig lange; dagegen erfolgt das Blühen und die Ausbildung des Fruchtknotens in einer ziemlich kurzen Periode. Einige Beobachtungen am *Call. leucocladum* können als Beispiel dienen. Am 3. Mai (1858) stand diese Species im südlichen Kara-Kum in Blüthe und am 13 desselben Monats sind am Ssyr-Darja schon junge Früchte gesammelt worden. Die Entfernung beider Orte von einander beträgt kaum einen halben Grad von N. nach S. und etwa zwei Grade von W. nach O. Da aber die ersten Exemplare mitten in einer trockenen, heissen Wüste gesammelt wurden, die anderen in der Nähe mächtiger Lagunen des Kara-Usäk-Flusses, wo die Luft immer etwas kühler ist, so scheint es, dass in diesem Falle der Gang der Entwickelung an beiden Orten so ziemlich gleich war und dass man die zum Blühen und Fruchttragen nöthige Periode für *Call. leucocladum* auf 10 Tage schätzen darf. Lehmann's Beobachtungen im südlichen Kisyl-Kum geben beinahe dieselben Resultate, mit dem Unterschiede, dass *Call. leucocladum* daselbst über zwei Wochen früher blüht. Den 13. April fand Lehmann die ersten Blumen, am 16 — zwischen Agatma und Karagata — stand die Pflanze in voller Blüthe, am 22. d. M. — im Batkak-Kum — fing sie an schon abzublühen und am 31. hatte ein Exemplar schon junge Früchte. Da die Entfernung des zweiten Standortes (Nasarbai-Kuduk) vom letzten über 1 Grad von N. nach S. beträgt, so nehmen wir den 22 April als Norm des Blühens von *Call. leucocladum* in der Kisyl-Kum-Wüste an; daraus bekommen wir die für Abblühen und Ausbildung junger Früchte nöthige Periode = 9 Tagen, was mit dem obenerwähnten Resultat sehr nahe übereinstimmt.

Verschiedene Calligonum-Arten blühen zu verschiedenen Perioden der warmen Jahreszeit. Während *Call. leucocladum* schon abblüht, entfaltet *Call. Pallasia* beinahe die ersten Blumen (9. Mai 1858 am Ssyr-Darja, bei Mailibass[2]). Andere Arten blühen viel später:

---

1) Al. Bunge Reliq. Lehmann. p. 309 (485), n° 1221.

2) In höheren Breiten, z. B. Ryn-Pesski, an d. Wolga, noch später: «*Floret Majo usque ad initium Junii, secunda quoque vice, paucis floribus autumno*, Pallas Fl. ross. p. 70.

Call. calliphysa — 22. 24. Mai, am Fl. Irgis (Lehmann); *Call. Caput Medusae* — im Juni, am Ili (Schrenck in herb. Acad.); *Call. mongolicum* — 28. Juli, bei der Station Iren (Ladyjensky in herb. Acad.; spec. flor. et cum fructu juniore). Nimmt man die, bei einigen Arten erst spät im Herbste abfallenden Früchte in Betracht, so kann man vermuthen, dass solche wahrscheinlich noch später blühen. So sind: *Call. flavidum*, *densum*, *macrocarpum Rotula* sehr spät, vielleicht erst Mitte Juni blühende Arten. Die abgefallenen Früchte und *ramuli herbacei* der meisten Calligoneen liegen im Herbst und Winter immer am Fusse des Mutterstrauches. Sie bilden auf dem Boden häufig eine Kruste, welche leicht in ihrer ganzen Breite abgenommen werden kann, ohne die einzelnen sie bildenden Frucht-Exemplare, die wegen der hakigen Flügel oder Stacheln innig zusammenhängen, von einander zu trennen. Daher können auch Früchte solcher Arten schwerlich vom Winde weggetrieben werden. Die einzige Ausnahme in dieser Hinsicht ist *Call. Calliphysa*, deren blasenförmige Früchte der Herbstwind in der Wüste weit und breit herumrollt [1]).

4. Geographische Verbreitung und Statistik der Calligonum-Arten.

Alle bisher bekannten Calligonum-Arten gehören der alten Welt an und zwar ihren beiden grösseren Gliedern — Asien [2]) und Afrika. Eigentlich sind sie aber nur im grossen Continente Asien's recht einheimisch und bilden eine unverkennbare Charakteristik für die Flor der Ebenen und niedrigeren Plateau's dieses Continents, wo die obenerwähnten klimatischen und Bodenverhältnisse ihrem Vorkommen am besten entsprechen [3]).

Die geographische Verbreitung der Calligoneen zeigt, dass diese Pflanzen unstreitig eines echt continentalen Klima's bedürfen. Es ist genug zu erwähnen, dass während nur eine Art, *Calligonum comosum* L'Heritier, die Canarischen Inseln (Webb fide Decaisne in De Cand. Prodr. tom XIV.) bewohnt, im Gebiete Asien's über 25 Arten vorkommen [4]). Schon im westlichen und südwestlichen Theile dieses Continentes in Syrien und Mesopota-

1) Am Fusse des Ust-Ürt, bei dem Flusse Tschegan, sind alle Erdfurchen und Vertiefungen mit Calliphysa-Früchten gefüllt.

2) Die Gegend der unteren Wolga und die Kuma-Wüste mitgerechnet.

3) Wenn ich, in meinem der Kaiserl. Akademie, am 7. Januar 1859 eingereichten vorläufigen Berichte über die Resultate der Expedition, den Reichthum der Aralo-Caspischen Gegenden an *Calligonum-* und *Atraphaxis*-Arten, als Beweis der vermuthlichen Aehnlichkeit der Flor dieser Gegenden mit der von Nord-Afrika angesehen habe, so irrte ich mich völlig und beeile mich den Fehler zu verbessern. Wenn auch wirklich in manchen Hinsichten eine Analogie zwischen den beiden Floren existirt, so ist jedenfalls der Annäherungspunkt durchaus nicht in den Calligoneen zu suchen, welche dem mittel-asiatischen Gebiete beinahe ebenso angehören, wie die Ericaceen den süd-afrikanischen Ländern.

4) Nach gefälliger persönlicher Mittheilung des Herrn Professor Al. v. Bunge in Dorpat, welchen ich nach seiner Rückkehr von der grossen Chorassanschen Expedition besuchte, soll die Anzahl der asiatischen Calligoneen noch einen Zuwachs von wenigstens 3 Arten bekommen; diese bilden eine ganz besondere Unterabtheilung der Gattung *Calligonum*, zu welcher auch das *Call. tetrapterum* Jaub. et Spach gehören soll. Da die Sammlungen der Expedition noch nicht angekommen sind, so können diese höchst interessanten Arten, — trotz der ausserordentlichen Güte des Hrn. v. Bunge, der mir alle persische Calligoneen zur Bearbeitung übergeben wollte, — in diese bereits druckfertige Abhandlung nicht aufgenommen werden. Die baldige Erscheinung derselben in einem nachträglichen Werke, wäre gewiss, als eine höchst wichtige Ergänzung für die Kenntniss der Calligoneen, sehr wünschenswerth.

mien, im nordwestlichen Persien und westlichen Littoral des Caspi, treten neue von dem afrikanischen verschiedene Typen auf. Das Maximum ihres Vorkommens erreichen aber die Calligoneen in den grenzlosen Wüsten Mittelasiens, wo sie sich einerseits nach Norden bis zur 49. Parallele, andrerseits nach Osten bis zu den Seen Balchasch und Ala-kul und den Hochgebirgen Alatau und Tarbagatai erstrecken. In der Mongolo-Chinesischen Wüste, wo wieder nur eine Art, *Call. mongolicum* Turcz., vorkommt, scheinen die Calligoneen, etwa im Meridian 132° östl. L. v. Ferro, ihre östlichste Grenze zu erreichen. —

Folgende Tabelle enthält die geographische Verbreitung aller bisher bekannten Arten.

Regionen v. W. nach O.	Afrika.			Vorder-Asien.					Westl. Ebenen Central-Asien's. (Aralo-Caspisches Becken.)						Oestl. Ebenen Centr.-Asien's	
Arten.	Canarische Inseln (1° östl. v. Ferro)	Algier und Berberei.	Aegypten u. nördl. Nubien (bis 20° nördl. Br.)	Arabien (Sinaï-Halbinsel.)	Syrien u. Mesopotamien.	Armenien u. NW.-Persien (Aderbeidjan.)	NO.- und Central-Persien (Chorassan u. Kerman.)	Westl. Littoral des Caspi (Kuma-Wüste.)	Unter. Wolga-Gebiet (Ryn-Peski: 49° n. Br., 64° östl. L.)	Region nord-östlich vom Caspi (Emba-Gebiet.)	Wüste zwischen d. Caspi- u. Aralsee (südl. v. 47° Br.)	Wüste nördlich vom Aral-see (49°—47° Br.	Transaralische Wüste (47°—43° Br., 79—85° L.)	Mittlere u. südl. Kisylkum-Wüste (südl. v. 43° Br.)	Djungarisches Gebiet (Balchasch-Alakul, Noor-Saissan- und Ili-Gegenden.)	Mongolo-Chines. Hochebene Ghobi (bis etwa 132° L.).
1. Call. leucocladum....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—
2. » Aralense.......	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
3. » Pallasia.......	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	1	—
4. » rubicundum....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1(var.)	—	1	—
5. » crispum........	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
6. » flavidum.......	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1(var.)	—	1	—
7. » acanthopterum..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
8. » anfractuosum...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
9. » horridum......	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
10. » Rotula.........	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
11. » macrocarpum...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
12. » densum........	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
13. » polygonoides...	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. » platyacanthum..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
15. » erinaceum.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
16. » colubrinum.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
17. » Caput-Medusae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
18. » comosum......	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19. » eriopodum.....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
20. » mongolicum ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
21. » microcarpum...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
22. » Murex.........	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
23. » paniculatum....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
24. » Calliphysa.....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	1	—
25. » tetrapterum....	—	—	—	—	1	—	1	—	—		—	—	—	—	—	—
	1	1	1	1	3	2	3	1	1	2	3	3	18	2	7	1

Es kommen demnach vor:

In Afrika .... 1 Art.

In Asien .... 25 Arten.



Von diesen sind charakteristisch:

Für Afrika und Asien	1 Art.
» Asien allein	24 Arten.
» Afrika allein	0 »
Summa	25 Arten.

Verfolgt man nun die Verbreitung dieser Arten nach den Regionen von W. nach O. und berücksichtigt dabei die Nord- und Süd-Grenzen, so entstehen folgende Zahlen, welche das Quantum der Arten in jeder Region angeben:

Regionen.	Grenzen in Länge- und Breitegraden.	Zahl aller vork. Arten.	Eigenthümliche Arten der Region.
Afrika	Von 1°—51° 20′ ö. L. v. Ferro, 36°—20° Br.	1	
Vorder-Asien. (Westl. Th.)	» 51° 20′—64° L., 43°—28° 10′ Br.	4	Call. tetrapterum Jaub. et Spach.
Vorder-As. (Oestl. contin. Th.)	» 64°—80° L. 37°—30° Br.	3[1]	Call. polygonoides Linn.
Westl. Ebenen Centr.-Asiens	» 64°—79° L., 49°—47° Br.	5	Call. paniculatum tl.
	» 79° L.—85° L., 47°—43° Br.	18	Call. Aralense, acanthopterum; anfractuosum Bunge; horridum, Rotula, macrocarpum, densum, platyacanthum, erinaceum, colubrinum; eriopodum Bunge; microcarpum.
Oestl. Ebenen Centr.-Asiens.	» 93°—102° L. 47°—43° Br.	7	Call. crispum.
	» 102°—132° L. 47°—43° Br.	1	Call. mongolicum.

Diesen Zahlen gemäss ist die Verbreitung der Calligoneen im Allgemeinen folgenderweise festzustellen:

1) Das ganze Gebiet der bisher entdeckten Arten liegt innerhalb 1° und 132° östl. Länge von Ferro und 20°—49° nördl. Breite. Innerhalb dieser Grenzen finden sich, in höherem oder geringerem Grade, alle Bedingungen für das Vorkommen der Calligoneen.

2) Die Zahl der Calligoneen-Arten geht demnach von W. nach O., bis zum Meridian 85° in zunehmender Progression (1 : 4 : 3 (+3?) : 5 : 18), von da aber bis 132° L. — in abnehmender (7 : 1.).

3) Das erste Glied dieser Reihe, (der westlichste und südlichste Typus der Gattung) *Call. comosum*, ist offenbar ein Urbewohner des Asiatischen Continents, welcher sich erst später nach Afrika fortgepflanzt hat. Sein anomales Auftreten zugleich unter verschiedenen Bedingungen — isolirt, im Küstenstriche Nord-Afrika's (so wie auf den Canarischen Inseln?) und im Inlande Vorder-Asien's zusammen mit anderen Arten, — scheint es zu beweizen. Das letzte Glied dagegen, der östlichste Typus — *Call. mongolicum*, — welches auch einzeln dasteht, verdankt sein von den anderen Arten abgetrenntes Vorkommen dem er-

1) Die neuen von Herrn Prof. Al. v. Bunge in Chorassan und Kerman entdeckten Arten sind hier nicht gerechnet worden. Die Anzahl der Arten im östlichen Theile Vorder-Asiens wird nach dem Zusatz derselben vielleicht noch einmal so gross.



habeneren Relief der Mongolei, welche jedoch in anderen Hinsichten alle Bedingungen eines echt continentalen Landes besitzt.

4) Innerhalb der angegebenen Grenzen sind die südlicheren Landstriche ärmer an Calligoneen-Arten, als die östicheren und nördlicheren. Die Calligoneen sind also im Allgemeinen als NO. Pflanzen-Typen der gemässigten Zone zu betrachten; keine Art — mit Ausnahme von *Call. comosum* — erreicht den Wendekreis des Krebses.

5) Die Richtungslinie der geographischen Verbreitung der Calligoneen geht von NO. nach SW., längs der Diagonale der Breitengrade.

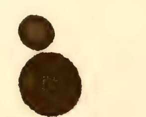
6) Die Gegend innerhalb 47^0—43^0 Br. und 79^0—85^0 L. (Transaralische Wüste) kann als Centrum der geographischen Verbreitung der meisten Arten angesehen werden, indem daselbst auf einem verhältnissmässig kleinen Raume 18 Arten vorkommen, welche die mannigfaltigsten Phasen des Gattungs-Typus darstellen und die mehr verbreiteten Arten in grösster Menge auftreten. Als untergeordnete Knoten, wo auch mehre Formen zusammentreten, können betrachtet werden: die Djungarische Wüste, 47^0—43^0 Br., 92^0—102^0 L. (7 Arten) und die hohen Ebenen Nord- und Mittel-Persien's, 37^0—30^0 Br., 64^0—80^0 L. (5—7 Arten). Nördlich und südlich, so wie auch östlich und westlich von diesen Gegenden, kommen nur einzelne Arten vor.

Wir gehen jetzt zur speciellen Betrachtung der geographischen Verbreitung jeder einzelnen Art über, indem wir von W. anfangen.

Calligonum comosum L'Hérit. Diese Art, wie gesagt, der westlichste und südlichste Typus der Gattung — ist bis zum Meridian von Aleppo in Syrien (54^0 40′ ö. L.) der einzige Repräsentant der Calligoneen-Familie. Die Verbreitungsgrenzen dieser Art können folgendermassen festgestellt werden: von 1^0 (Canarische Inseln?, Webb fide Decaisne in De Cand. Prodr.; vielleicht auch schon Plukenett in d. Phytographia) bis 75^0? östl. L.[1]) (Westl. Chorassan und Irak-Adjemi) und von 20^0 (Nubien — Kotschy) bis etwa 38^0 Br. (südl. Aderbeidjan — Aucher-Eloy.)

Wenn nicht die Autorität von Decaisne die Webb'sche Angabe von *Call. comosum* auf den Canarischen Inseln unterstützte, so wäre vielleicht das Vorkommen desselben soweit nach Westen wohl etwas zweifelhaft, besonders wenn man die abgesonderte oceanische Lage der Inseln und ihre Entfernung von dem geographischen Centrum der Calligoneen berücksichtigt. In Algier und der Berberei wächst diese Species gewiss (Desfontaines, Balansa) und weiter nach Osten bewohnt sie höchst wahrscheinlich die ganze Fläche von Aegypten (Olivier! Sieber, Lippi, Schimper) und Nubien (Kotschy!), vom Mittelländischen Meere bis 20^0 nördl. Breite. Durch den Isthmus von Suez, wo *Call. comosum* an der arabischen Küste bei El-Tor (28^0 10′ Br., 51^0 20′ östl. L.) vorkommt (Boissier, Bové) — tritt es in das Gebiet des Asiatischen Continents, wo es, nach Aucher-Eloy, Syrien und Mittel-Persien bewohnen soll.

1) Die Längengrade werden überall vom Meridian von Ferro gerechnet.



Oestlich vom Meridian $54^0\ 40'$ (Aleppo) schliessen sich an *Call. comosum* noch zwei Arten an, von denen eine *Call. polygonoides* Linné, wie es scheint den erhabeneren Landstrich Vorder-Asien's einnimmt, die andere *Call. tetrapterum* Jaub. et Spach, die Terrain-Depression von Mesopotamien bewohnt. Die geographische Verbreitung beider Arten, so viel man davon weiss, ist sehr beschränkt und die nördliche Grenze für *Call. polygonoides* scheint die Parallele von 40^0 nördl. Br. (Ararat — Tournefort) zu sein; von da aus kommt diese Art im ganzen Aderbeidjan (Szovits) vor, die angrenzenden Theile Persien's vielleicht nicht ausgenommen. *Call. tetrapterum* ist von Olivier und Bruguière in der Tigris-Euphrat-Ebene zwischen Aleppo und Bagdad entdeckt worden (Jaub. et Spach icon. plantar. orient. tab. 471). — Bis zum Jahre 1857 sind diese beiden Arten nicht ausserhalb der ihnen hier zugeschriebenen Grenzen gefunden worden und gehen insofern nach Osten: *Call. polygonoides* — etwa bis 65^0, *Call. tetrapterum* bis 62^0 östl. L. von Ferro[1]).

Die drei erwähnten Formen: *Call. comosum, polygonoides* und *tetrapterum* sind die südlichsten Arten der Familie, da keine von ihnen die Parallele 40^0 nördl. Br. überschreitet.

Längs dem Meridian 64^0 erreichen die Calligoneen höhere Breiten, indem der erste Repräsentant der nördlichen Formen — *Call. Pallasia* L'Hérit. — in den Sandwüsten westlich vom Caspi und östlich vom unteren Laufe der Wolga (etwa 49^0 Br.) zum Vorschein kommt. Diese schöne, in dem grossen Centralasiatischen Flachlande fast überall vorkommende Art, hat — das *Call. comosum* ausgenommen — die ausgedehntesten Verbreitungsgrenzen. In der Kuma-Wüste (M. a Bieb.) und östlich vom unteren Wolgalaufe (Pallas) beginnend, bewohnt *Call. Pallasia* das ganze Gebiet des Aralo-Caspischen Wasserbeckens, wo es, sporadisch am mittleren Laufe der Emba (Kok-djida Sandwüste!), östlich vom Caspi und im nördlichen Turkomannien (Karelin, Lehmann, ipse), im westlichen Theile des Ust-Ürt-Plateau's (Basiner), nördlich vom Aralsee in den Wüsten: Ulù- und Ksche-Borssuk und am unteren Irgis (Lehmann, ipse) vorkommend — in der Kara-Kum- und transaralischen Wüste häufig ein ununterbrochenes Gebüsch bildet. Ferner bewohnt es, an geeigneten Stellen, das Ssyr-Darja-Gebiet bis zum Meridian der ehemaligen kokanischen Festung Djulèk (oder vielleicht etwas weiter) und sehr wahrscheinlich auch den grössten Theil der nord-östlich liegenden Wüsten an den Flüssen Ssary-ssu und Tschu; endlich erreicht es die Balchasch-Alakul-Wüste, (Schrenck) und den Saissang-Noor, wo der östlichste Punkt der Verbreitung liegt. Demnach sind für *Call. Pallasia* folgende Grenzlinien festzustellen: nördliche Linie: Ryn-Pesski (49^0 Br.), Sandwüste Kok-djida am Emba, Irgis-Sandwüsten östlich und SO. von der Festung Uralskoje ($48^0\ 40'$ Breite), Noor-Saissang (48^0 Br.); westliche Linie: Kuma-Wüste (64^0 ö. L.), Ryn-Pesski (65^0 L.) und östliches Littoral des Caspi; südliche Linie: nördliches Turkomannien, Sandwüsten: Koschkar-ata, Ssam, Asmantai-matai am Ust-Ürt und der Brunnen Tomar-astau in der transaralischen Wüste am NW. Rande des Kisyl-kum ($43^0\ 30'$ Br.); östliche Linie: der eben erwähnte

1) Nach gefälligen Mittheilungen des Herrn Professor v. Bunge soll *Callig. tetrapterum* auch in Chorassan vorkommen.

Brunnen Tomar-astau (79° 30′ L.) Lauf des Flusses Djany-Darja, Orte Ssary-Tscheganak und Ssunkarly am Ssyr-Darja (83° 30′), Gegenden am Tschu-Flusse (?) und endlich östlicher Theil der Balchasch-Alakul-Wüste bis zum Noor-Saissang (102° L.). — *Calligonum Pallasia* kommt also vor: von 49° bis 43° 30′ Br. und von 64°—102° L.

Es ist merkwürdig genug, dass diese Art die Kisylkum-Wüste nicht bewohnt, sondern sich am SW.-Rande derselben — vom Brunnen Tomar-astau an, wo sie schon sehr selten vorkommt — gegen NO. wendet; ferner dem Djany-Darja-Laufe folgend und wieder häufiger auftretend, den Ssyr-Darja-Strom erreicht.

Meisner's Angabe von *Call. Pallasia* bei Orenburg, welche im XIV Band des Prodromus von De Candolle steht, ist durchaus sehr zweifelhaft, um so mehr, als die Quelle, auf welcher diese Angabe beruht, nicht angegeben ist. Weder bei Orenburg noch südlich davon, auf wenigstens 150 Werst Entfernung, kommt kein einziger Ort vor, wo das *Call. Pallasia* auch nur einigermassen wachsen könnte. Wenn diese Art am Emba und sogar im nordöstlichen Littoral des Caspi (Kaspischer Kara-kum), wo die Bedingungen des Vorkommens vorhanden sind, eine relativ selten auftretende Pflanze ist, so ist das Vorkommen derselben bei Orenburg, in einer Grassteppen-Region, wohl sehr zweifelhaft. Ich konnte die Pflanze daselbst weder finden, noch hörte ich die Kirgisen, welche sie genau unter dem Namen ***Kisyl-Djusgön*** oder ***Karà-Djusgön*** kennen, von ihr sprechen.

Calligonum leucocladum Schrenk. Die nördlichsten Punkte, wo ich diese Art und zwar nur selten auftretend beobachtet habe, liegen im südlichen Theile der Wüste Ksche-Borssùk (nördl. vom Aralsee) und im mittleren Kara-Kum, etwa in der Parallele des Brunnens Kul-Kuduk (47° nördl. Br.) In der nächstliegenden Sandwüste Ulu-Borssùk und westlich im Tieflande zwischen dem Caspi und dem Ust-Ürt-Plateau scheint sie gänzlich zu fehlen. Am Ust-Ürt selbst kommt sie höchst selten vor, indem nur ein einziges Exemplar aus der Wüste Ssam (etwa 45° Br., 74° L.), wahrscheinlich von Karelin gesammelt, im Herbarium der Akademie existirt. — Dagegen mehr nach Osten und Süden, am ganzen unteren und mittleren Laufe des Ssyr-Darja und in den Gegenden östlich vom Aralsee, zwischen dem Ssyr- und Amu-Darja (transaralische Wüste) ist sie ungemein verbreitet, so dass sie an manchen Stellen, besonders in der Nähe der Kisyl-Kum-Wüste, das sonst so häufig vorkommende *Call. Pallasia* verdrängt. Im Djungarischen Gebiete ist diese Art von A. Schrenck am Ost-Ufer des Balchasch-See entdeckt worden, wo sie vermuthlich ihre östliche Grenze erreicht. In Gradezahlen ausgedrückt, werden die Verbreitungsgrenzen des *Calligonum leucocladum* die folgenden sein: nach N. die Parallele von 47° Br., nach O. vielleicht der Meridian der Ajagus-Mündung (96° 45′ L.), nach S. der Brunnen Nasarbai-Kuduk im Kisyl-Kum (etwa 40° 30′), nach W. Meridian der Sandwüste Ssam am Ust-Ürt-Plateau (74° L.). Diese Art ist ein der südlichsten Typen der Aralo-Caspischen Calligoneen, welcher zugleich das Maximum seines Vorkommens in östlicheren Längen (östl. von 79° L.) erreicht, dabei auch einen trockenen und ungewöhnlich heissen Boden fordert.

Calligonum Calliphysa Bunge hat im Aralo-Caspischen Becken und in der Djungarei

eine durchaus sporadische Verbreitung. In Chorassan, wo diese Art nach Herrn v. Bunge's Mittheilung in Massen vorkommen soll, beginnend, erstreckt sie sich in N. und NO.-Richtung, das Turkomannische Gebiet und wahrscheinlich das ganze Ust-Ürt-Plateau in kleinen Kreisen bewohnend, bis zum Flusse Irgis, wo ihre nördliche Grenze liegt. Im ganzen Gebiete östlich vom Aralsee und südlich vom Ssyr-Darja bis zum Flusse Amu fehlt sie gänzlich und tritt erst wieder in den Gegenden am Balchasch (Schrenck) auf, wo sie die östliche Grenze der Verbreitung zu ereichen scheint.

Die nördlichsten beobachteten Punkte für die Verbreitung des *Call. Calliphysa* im Aralo-Caspischen Becken sind: Lehmhügel am unteren Irgis (Al. Lehmann) und Lehmabhänge am Nordrande des Ust-Ürt am Flusse Tschegan (ipse). Von diesem letzten Punkte aus erscheint die Pflanze fleckenweise, wahrscheinlich im ganzen östlichen Littoral des Caspi, wo sie im nördl. Turkomannien von Karelin und bei Nowo-Alexandrowsk von Lehmann beobachtet worden ist. Nach Osten geht sie, immer seltener vorkommend, (innerhalb der von mir untersuchten Region) vielleicht bis 80° ö. L. — Nach diesen Angaben kann *Calligonum Calliphysa* als ein vorzüglich westlicher, im Aralo-Caspischen Becken dem Ust-Ürt beinahe ausschliesslich angehörender Typus angesehen werden, welcher daselbst zwischen den Parallelen 43° und 48° 30′ und den Meridianen 71° 30′ und 80° ö. L. seine Verbreitung hat. Das östliche Auftreten dieser Art am Balchasch-See muss, bei der höchst mangelhaften Kenntniss der südlich vom Ulutau-Gebirge und am Ssaryssu liegenden Gegenden, vorläufig als ein abgesonderter sporadischer Vorposten betrachtet werden, welcher jedenfalls durch die im Tschu- und Ssary-ssu-Gebiete vorkommenden Lehmflächen mit der Hauptregion der Pflanze in Verbindung stehen kann. — Den Glanzpunkt der Entwickelung soll *Calligonum Calliphysa* in Chorassan erreichen. Während ich am Ust-Ürt die Pflanze immer von kleinem Wuchs (kaum 1 Fuss) und mit niederliegenden Zweigen beobachtete, sah Herr Al. v. Bunge hübsche Sträucher von 2—2½ Fuss Höhe. — Unter allen bisher bekannten Calligoneen-Arten ist *Calligonum Calliphysa* die einzige, welche den echten Salzlehmboden bewohnt.

Calligonum flavidum Bunge, — zuerst von Politow am Noor-Saissang, später auch von Al. Schrenck und Meinshausen — in der Balchasch-Alakul-Wüste und am Flusse Ili gefunden — erreicht in unserem Florengebiet seine östlichste Grenze, tritt aber als ein von der typischen Pflanze in mancher Hinsicht abweichendes Gewächs auf, welches nur den engen Landstrich des östlichen Aralsee-Littoral's bewohnt und eine sehr unbedeutende Verbreitung von N. nach S. hat. — Eine eben solche Verbreitung hat das in der transaralischen Wüste seltene *Call. rubicundum* Bunge. Einige Sträucher dieser letzten Pflanze und zwar auch in atypischer Form (sehr niedrig, mit dünnen Zweigen und kleineren Früchten), sind nur an einem Orte, östlich vom Thurme Ssaraman am Kuwan-Darja, auf sandlehmigem, mit *Artemisia fragrans* und *Soxoûl* bewachsenem Boden gefunden worden. Der nördlichste Punkt für *Call. flavidum* ist der Ort Üsch-Utkul (45° Br.) am Strande des Aral-Meeres; von da aus geht es in üppigen Sträuchern, häufig Gebüsch bildend, etwa bis zum Berge Bik-tau

(44° 20′ B.) Es ist wohl möglich, dass die Pflanze auch südlicher, vielleicht sogar bis zum Amu-Strome wächst, doch war der Bik-tau der letzte Punkt, wo ich einzeln wachsende Sträucher beobachtete. Landeinwärts geht *Call. flavidum* etwa 20 Werst; am mittleren und oberen Djany-Darja, so wie auch im Ssyr-Darja-Gebiete, nördlich und südlich vom Strom, scheint es gänzlich zu fehlen.

Das von Al. Schrenck am Ili-Flusse entdeckte *Call. Caput Medusae* kommt in der transaralischen Wüste als ein sehr seltenes sporadisches Gewächs vor, welches die Sandhügel am mittleren Laufe des Djany-Darja bewohnt. Westlich vom Meridian des Berges Akkyr-tau (etwa 81° L.) kommt es nicht mehr zum Vorschein und muss deshalb auch als eine der östlicheren Formen betrachtet werden, deren Hauptort des Vorkommens die Djungarische Wüste ist.

Dagegen scheint *Call. Murex* Bunge, offenbar eine nördlichere Form zu sein, welche sich dem Gebiete des *Call. leucocladum* und *Pallasia* anschliesst und bald in demselben verschwindet. Die Verbreitung ist sehr unbedeutend, indem der nördlichste bisher bekannte Fundort nach Lehmann's Angaben in den Sandwüsten am untern Irgis (48° 30′ Br., 80 L.) und der südlichste und westlichste, nach Ssyssow, im südlichen Theile der Wüste Ulù-Borssuk (46° Br., 77 L.) liegt. Der östlichste bisher bekannte Punkt ist der Brunnen Kul-Kuduk im mittleren Kara-Kum (47 Br., 80 L.). Dieser durchaus nur fleckweise, selten und immer einzeln vorkommende Strauch, fehlt überall im transaralischen Gebiete, indem er einestheils den Ssyr-Darja nicht überschreitet und anderntheils, bis jetzt noch nicht östlich vom Meridian 80° L. gefunden worden ist.

Es bleibt uns noch übrig, die Verbreitung der letzten vier bis zum Jahre 1857 entdeckten Arten zu verfolgen. Zwei von diesen: *Call. anfractuosum* und *Call. eriopodum* Bunge, gehören ausschliesslich dem transaralischen Gebiete an. *Call. anfractuosum* Bunge, eine durch gracile, tortuöse Zweige und sehr kurz gestielte, sparsame Blumen ausgezeichnete Art, ist bis jetzt nur von Lehmann «auf den Flugsandhügeln zwischen dem Kuwan- und Djan-Darja» (gewiss in der Strecke zwischen dem Brunnen Ak Tscheganak am Kuwan und den Ruinen der Festung Schürük-robat am Djany-Darja!) beobachtet worden. Diese Art scheint ein äusserst seltenes sporadisches Gewächs zu sein, da es weder westlich vom Aralsee, noch östlich, am unteren und mittleren Laufe des Djany-Darja zum Vorschein kommt. *Call. eriopodum* Bunge, wenngleich auch eine höchst selten vorkommende Art, scheint doch einen grösseren Verbreitungskreis zu haben. Im Kisyl-Kum (sehr wahrscheinlich zwischen Nasarbai-Kuduk und Karagata) von Lehmann entdeckt, erscheint die Pflanze als ein schöner, immer einzeln vorkommender Strauch im Gebiete des Ssyr-Darja am rechten Ufer desselben, etwa 70 Werst östlich von Ak-Metschet, zwischen den Orten Djarty-Kum und Ssary-Tscheganak, wo ihr bisher bekannter nördlichster Punkt liegt. Ob sie weiter nach NO. geht, ist, wegen der Unzugänglichkeit der Hunger-Wüste (Bed-pak-dala) am Flusse Tschu, kaum zu entscheiden. Demnach ist die bis jetzt bekannte Verbreitungslinie von *Call. eriopodum* eine nordöstliche, welche innerhalb 40° 30′—44° 30′ Br. und 82°—84° L.

liegt. *Call. eriopodum* ist also für eine der südöstlichsten Aralo-Caspischen Formen der Gattung zu halten.

Die zwei übrigbleibenden Arten: *Call. crispum* Bunge und *Call. mongolicum* Turcz. sind die östlichsten Formen der Calligoneen-Familie, indem erstere das dem südlichen Irtysch angrenzende Djungarische Gebiet bewohnt, die andere ausschliesslich der Mongolo-Chinesischen Wüste Ghobi angehört. *Call. crispum* ist bis jetzt nur von einem Punkte bekannt (ad fluv. Irtysch infra ostia fluv. Kurtschum Politow et C. A. Meyer, also etwa unter 49° Br. und 100° L.) und scheint nicht westlicher zu gehen, indem es später von Schrenck in den nur etwas weiter nach S. und W. liegenden Balchasch-Alakul Gegenden nicht wiedergefunden worden ist. *Call. mongolicum*, welches von Turczaninow (Kirilow?) Ladyjensky (bei der Station Iren, 28. Juli, im Herb. Acad.!) und Bunge! im chinesischen Gebiete gesammelt wurde, mag vielleicht in der ganzen Wüste Ghobi an sandigen Stellen vorkommen; vorläufig kann aber diese Art im Ghobi-Gebiete nur östlich vom Kjachta-Meridiane (etwa 125° ö. L.) angegeben werden. Sie überschreitet nicht die Parallele 45° n. Br.

Die in den Jahren 1857—1859 im Aralo-Caspischen Gebiet entdeckten eilf neuen Calligonum-Arten gehören beinahe alle zu den Formen, welche ohne einen grösseren Verbreitungskreis zu haben, nur einzeln und selten vorkommen. Neun von ihnen [1]) gruppiren sich beisammen im Gebiete östlich vom Aralsee, (zwischen Ssyr- und Djany-Darja) indem sie alle in geringer Entfernung vom Strande wachsen. Die zehnte Art — *Call. horridum* m. — ist eine seltene, nur am Ssyr-Darja (Bukabai-kul, Nebenfluss des Djaman-Ssyr) beobachtete Form, endlich die eilfte — *Call. paniculatum* m., eine der nördlichsten, kommt sehr selten in der Sandwüste Kok-djida an dem Punkte vor, wo der Emba den bedeutendsten seiner rechten Zuflüsse, den Tik-Temir (Kuldenen-Temir) aufnimmt und fehlt dann im ganzen Florengebiete des Aralo-Caspischen Beckens.

Von den neun obenerwähnten Arten, welche insgesammt die Wüste östlich vom Aralsee, zwischen 45° (Üsch-Utkul Bucht) und 43° 30′ Br. (Brunnen Tomar-astau) und 79° — 80° östl. L. bewohnen, hauptsächlich in der Nähe des Littoral's vorkommend, — hat nur eine Art, — *Call. microcarpum* m., — einen kleinen Verbreitungskreis. Nachdem diese Art zum ersten Male bei dem Brunnen Bil-kuduk (Tschagrai, 44° 30′ Br.) auftritt, verbreitet sie sich, hie und da in kleinen Kreisen wachsend, in SSO.-Richtung bis zum Brunnen Kulambai kashàn (etwa 43° 45′ Br.) Von da an verschwindet sie gänzlich, ohne wieder zu erscheinen. Die wahrscheinliche Richtung ihrer Verbreitung, wenn man sie sonst nicht als eine sporadische Art, mit grösserem Verbreitungskreis annehmen will, ist die süd-östliche, längs dem Aralsee-Littoral, vielleicht bis zum Amu-Strome.

5. Eigenschaften und Nutzen der Calligoneen.

Alle Aralo-Caspischen Calligonum-Arten mit Ausnahme von *Call. leucocladum*, *horridum, Calliphysa* und *macrocarpum* sind gummihaltige Gewächse. Schon Pallas bemerkte diese

1) *Call. Aralense, acanthopterum, Rotula, macrocarpum densum, platyacanthum, erinaceum, colubrinum* und *microcarpum.*

Eigenschaft, indem er S. 70 seiner Flora Rossica sagt: »Radicis senioris hyeme effossae truncus, transversim sectus in taleolorum superficie exsudat gelatinam copiosam, gummi Tragacanthae aemulam, et simile gummi copiosius e rasura radicis emulsione elicitur, itidem uti Tragacantha tumescens, primum hyalino-pallens, admixta calida aqua lutescens, subdulce, aegre siccandum brevique fermentans.« — Dieses Gummi quillt nicht nur nach der Verwundung der peripherischen Holzzellenschichten des Stammes, sondern auch der mehrjährigen und einjährigen Zweige heraus. Nach besonders heissen Tagen wird es sogar, in Form kleiner Tropfen, häufig von den *ramuli herbacei*, den Blüthenstielchen und Früchten ausgeschwitzt.

Die Wurzel, so wie auch der bisweilen 3—4 Zoll dicke Stamm und die Zweige der am häufigsten vorkommenden Art *Call. Pallasia*, liefern, wenn sie trocken sind, ein gutes Brennholz, welches mit einer gelben Flamme verbrennt. Der Stamm kann auch zu kleineren Holzarbeiten gebraucht werden, indem das polirte, rothe Holz sehr elegant aussieht. Nach Pallas sollen die Nomaden aus dem Holze von *Call. Pallasia* Pfeifen und Esslöffel verfertigen. [1]).

Früchte von *Call. Pallasia* dienen als Nahrungsmittel für die Steppenmäuse (Cricetus, Meriones), welche auch ihre Wohnungen immer unter diesem Strauche anlegen und daselbst ganze Vorräthe von Calligonum-Früchten aufbewahren. Holz und Früchte, beinahe aller Calligonum-Arten, enthalten einen Färbestoff, der aber noch nicht untersucht worden ist. Früchte von *Call. Caput Medusae* in kaltem Wasser macerirt, geben demselben sehr bald eine lebhafte weingelbe Färbung.

6. Vereinigung der Gattungen: Pterococcus, Calligonum und Calliphysa zu einer einzigen; Kritik der Arten-Charaktere.

Die Theilung der Gattung *Calligonum* L'Hérit, Endl., Bunge in drei selbstständige Gattungen: *Calligonum* Linn., *Pterococcus* Pallas und *Calliphysa* Fisch. et Meyer ist bis jetzt allgemein im Gebrauche. Allein diese Theilung ist auf so schwankenden Kennzeichen begründet, die Uebergänge zwischen den drei künstlichen Genera sind (besonders nach Entdeckung mehrer neuer Uebergangsformen) so offenbar, dass wir keinesweges der Meinung über ihre Verschiedenheit beistimmen können, sondern sie als blosse Unterabtheilungen einer Gattung »*Calligonum*« betrachten werden.

Schon L'Héritier (Transact. Soc. Linn. Lond. 1791, tom I., p. 179, 180) hat die Meinung ausgesprochen, dass *Calligonum* Linn. und *Pterococcus* Pall., als verschiedene Gattungen unhaltbar sind. Dieser Ansicht schloss sich später auch Endlicher an, indem er in seinen Genera Plantarum, die Gattungen: *Pterococcus* und *Calliphysa* als Untergattungen von *Calligonum* betrachtet, was auch von Al. Bunge, in einer Anmerkung der Reliq. Lehmannianae, p. 309 (485), klar ausgesprochen worden ist.

1) Pallas Flor. ross. p. 70. „Truncus ut et rami antiquiores, hinc inde tubera generant, e quibus Nomades fistulas tabacinas et cochlearia exsculpunt."

Den generischen Unterschied von *Calligonum*, *Pterococcus* und *Calliphysa* glaubte man darin zu finden, dass die Caryopsis von *Calligonum* mit 8, 12 und 16-reihigen Borsten bewachsen ist, während die von *Pterococcus* vierflügelig ist, und endlich dass bei *Calliphysa* die Borsten, im oberen Theile, zu einer vesiculären Hülle sich entwickeln, welche die Caryopsis einschliesst.

Nun ist aber eine einfache Untersuchung mit der Loupe vollständig hinreichend, um sich zu überzeugen, dass alle diese Charaktere nur zufällige und in einer ganzen Reihe von Arten verschiedenen Modificationen unterworfen sind, nach welchen die Uebergänge zwischen allen diesen vermeinten Gattungen, klar vor Augen liegen.

Betrachtet man mit der Loupe einen, sammt dem Theil der *costa*, abgetrennten Flügel von der Frucht irgend einer typischen *Pterococcus*-Art (z. B. *Pt. leucocladus*), so sieht man, dass derselbe nichts anderes, als ein aus anastomosirenden Verzweigungen, der in 2 Doppelreihen, an beiden Seiten der *acies costalis* divergent entspringenden Fasern, zusammengeflochtenes Gewebe ist, welche eine äusserst zarte, innig mit dem Fasergewebe zusammenhängende Epidermis überzieht. Beide, in entgegengesetzter Richtung gehenden Faserreihen, stehen mit einander in Zusammenhang, indem jede Faser die Fortsetzung der gegenüberliegenden und zwar in derselben Fläche ist.

Es sind zwei Arten von Fasern zu unterscheiden. Die dicken, borstenartigen, welche paarweise an den beiden Seiten der *acies costalis* entspringen, sind den Stacheln der ächten Calligona (nur in einer Fläche ausgebreitet gedacht) täuschend ähnlich und stellen, so zu sagen, das Skelett der Flügel vor, indem sie zugleich (doch nicht immer) nur von dünner Epidermis bedeckt, die hintere, nach der Caryopsis gerichtete Fläche (facies postica) derselben bilden. — Die Räume zwischen diesen Fasern werden von den dünnen, fadenförmigen ausgefüllt, welche auch gewöhnlich die obere (vordere) Fläche (facies antica) der Flügel ausmachen. Die dicken Fasern gabeln sich gleich an der Basis und verzweigen sich verschiedenartig im oberen Theile, bilden aber im Ganzen gewöhnlich wenig Aeste. Die dünnen dagegen, welche in der Nähe der *costa* der Länge nach verwachsen sind, theilen sich bald von einander ab und bilden auf mannigfaltigste Weise unter sich und mit den dicken Fasern anastomosirend, ein netzartiges, fibröses Gewebe.

Von der grösseren oder geringeren Entwickelung und dem *modus* der Ausbildung dieser in Pterococcus-Flügeln beobachteten Arten der Fasern und der Epidermis, hängt es nun ab, dass einige Calligonum-Formen als *Pterococci*, die anderen als wahre *Calligona*, noch andere als Mittelformen zwischen den beiden obenerwähnten Formen (*Pterygobases*) oder als *Calliphysa* constant erscheinen. Der allgemeine äussere Habitus der Sträucher, die Blätter- und Ochreen-Bildung, die Blumen-Charaktere, bleiben überall dieselben und zeigen Modificationen, welche nur als wichtiges Hülfsmittel zur Unterscheidung der Arten betrachtet werden können.

Um das eben Gesagte durch unmittelbare Beweise zu unterstützen, wollen wir die verschiedenen Stufen der Entwickelung und Ausbildung dieser Fasern und der Epidermis

im Zusammenhang mit der daraus sich ergebenden Verschiedenheit im Aussehen der Calligonum-Früchte, in einer ganzen Reihe von Arten verfolgen.

Wir fangen mit *Pterococcus* und zwar mit der Art an, welche ganzrandige Flügel hat — dem *Pteroc. leucoclados* Schrenck. Hier sind alle Fasern der Flügel, sowohl die dicken als auch die dünnen, verhältnissmässig sehr zart und fein. Die dicken Fasern sind sparsam verzweigt und die Hauptverzweigungen im oberen Theile dünn und wenig mit einander anastomosirend, indem ihre Aestchen meist geradlinig verlaufen und nur wenige capilläre Nebenäste ausschicken; die dünnen Fasern bilden ein undichtes unregelmässig gewürfeltes Gewebe. In Folge dieser Structur der Fasern, sind die Flügel von *Pt. leucoclados* sehr zart, halb durchscheinend und der Feinheit der dicken Fasern wegen, deren obere Aestchen ausserdem nicht mit ihren Spitzen anastomosiren — am Rande weder mit Zähnen, noch mit Stacheln versehen.

Bei den Arten, welche einen gezähnelten Flügelrand haben, wie *Pt. Pallasia, rubicundus, crispus* sind die dicken Fasern viel kräftiger und rigider, mehr verzweigt und ihre oberen Verzweigungen, der Rigidität wegen, meist rechtwinkelig auseinanderstehend. Indem die Spitzen dieser letzten verwachsen bleiben, entstehen am Flügelrande Zähne von verschiedener Form, je nach der Richtung dieser Verzweigungen und dem Winkel, den sie beim Verwachsen bildeten. Die dicken Fasern dieser Arten sind den Stacheln der *Calligona* so ähnlich, dass wenn es möglich wäre ohne sie zu verletzen, die dünnen Fasern und die Epidermis zu entfernen, man sehr leicht eine echte Calligonum - Art darstellen könnte. Die dünnen Fasern sind ähnlich wie bei *Pt. leucoclados* gebildet, nur ist das durch ihre Anastomosen entstandene Gewebe viel solider und dichter, weshalb auch die Flügel dieser Arten eine lederartige Consistenz haben, welche nicht leicht auseinander gerissen werden kann. [1]).

Bei noch stärkerer Entwickelung der dicken Fasern, bilden sie sich, nachdem sie am Rande der Flügel zu Zähnen verwachsen sind, weiter aus und es entstehen wahre Stacheln, welche von den Stacheln der typischen Calligona nicht zu unterscheiden sind. Die so entwickelten Fasern verzweigen sich in mehre divergirende Aestchen nicht nur in ihrem oberen Theil, nach der Bildung der Zähne des Flügelrandes, sondern es entspringen in der Mitte derselben noch Aeste, welche in einer der Flügelfläche perpendiculären Richtung, die Epidermis heben und als appendiculäre, mehr oder weniger rigide, verlängerte, von derselben bedeckte Stacheln auf der *facies antica* der Flügel erscheinen. — Die Anlage zu solcher Ausbildung der Fasern sieht man schon im *Pt. flavidus* und besonders in sei-

1) *Call. tetrapterum* Jaub et Spach, dem Aussehen nach ein echter *Pterococcus*, bildet dennoch eine besondere Unterabtheilung. Während in den Flügeln von *Pterococcus*, die an beiden Seiten der *acies costalis* entspringenden Faserreihen, divergirend in entgegengesetzten Richtungen verlaufen, also eine der Richtung der kurzen Axe der Caryopsis perpendiculäre Fläche bilden, gehen dieselben bei *Call. tetrapterum* der Richtung dieser Axe parallel, indem sie zugleich mit einander, gegen die Spitzen zu, immer mehr convergiren, endlich verwachsen und so einen Flügel bilden, welcher die Fortsetzung der *costa* ist. Näheres über diese interessante Art ist von Hrn Al. Bunge zu erwarten.

ner Varietät *membranaceus*. Der Flügelrand ist in dieser Art mit zugespitzten Zähnen versehen, welche hie und da in sehr kleine Stacheln übergehen; auf der *facies antica* der Flügel in der Mitte und parallel dem Rande, sieht man ausserdem eine Reihe weicher, an der Spitze kurzgegabelter oder einfacher *appendices*, welche aus zwei parallel gehenden, oben anastomosirenden und wieder divergirenden, oder sonst, drei anastomosirenden dünnen Fasern, die sich vom Hauptstamme der dicken Fasern in perpendiculärer Richtung trennten, bestehen; eine dünne Epidermis umhüllt diese Fasern. Eine vollständige Entwickelung dieser Art stellt *Pter. acanthopterus* vor, dessen stachelig-geflügelte Früchte zugleich an *Pterococcus* und *Calligonum* erinnern.

Wir sind nun durch diese letztere Species zu dem Punkte gekommen, wo die Verschiedenheit im Aeusseren der Extreme sich zu verwischen anfängt und wo man nicht recht weiss, welche Gattung man vor Augen hat. Indessen befinden wir uns doch noch bei der Section *Pterococcus*, weil alle obenerwähnten Arten vollständig ausgebildete Flügel haben, — jedoch bei einer Form, welche uns in eine andere Section — *Pterygobasis* — überführt, die wieder in der nächsten Affinität mit *Calligonum* (Eucalligonum) steht.

Der charakteristische Unterschied der Section *Pterygobasis* beruht darin, dass bei kräftiger Entwickelung der dicken Fasern zu freien Stacheln, das Gewebe der dünnen Fasern dennoch auf jeder *costa* zwei enge divergirende Flügel (halbe Flügel) bildet, welche die unteren Theile der Stacheln mit einander vereinigen. Diese Flügel, welche in der Art *Callig. Rotula* von der Breite der halben Pterococcus-Flügel sind, erscheinen in den mit *Call. Caput Medusae*, (also einem echten *Calligonum*, im Sinne aller Autoren) nächst verwandten *Call. colubrinum* — als kaum 1 Linie breites Vereinigungsgewebe, welches die Basen der vollständig freien Stacheln vereinigt und dessen einzelne Elemente die Stacheln ihrer Länge nach begleiten. Es ist durchaus keine weitere Erklärung nöthig, um sich zu überzeugen, dass der Unterschied der *Pterygobasis*-Arten von den *Pterococcis* eigentlich nur in der geringeren Entwickelung der dünnen Fasern zu einem Flügel bildenden Gewebe, bei starker Ausbildung der dicken Fasern zu Stacheln, liegt.

Ohne uns mit der Section *Eucalligonum* aufzuhalten, deren Caryopsis, wie bekannt, mit ganz freien oder nur etwas an der Basis verwachsenen Stacheln besetzt ist, wenden wir uns direct zur Betrachtung der *Calliphysa*.

Auf den ersten Anblick scheint diese Gattung, der Structur ihrer Frucht wegen, ganz gerechtfertigt zu sein. Betrachtet man sie aber näher, so ergiebt es sich, dass sie durchaus nicht bessere generische Charaktere besitzt, als die eben besprochenen Gattungen. Der Unterschied in der Bildung liegt darin, dass bei *Calliphysa* die Epidermis sich auf Kosten des von ihr eingeschlossenen fibrösen Gewebes entwickelt hat. Es reicht hin die mageren, aus fadenartigen schwach gefärbten Fasern zusammengeflochtenen, ärmlich an der Spitze verzweigten Borsten, welche die Caryopsis besetzen, anzuschauen, um sich davon zu überzeugen.

Die eigenthümliche Ausbildung der Epidermishülle zu einer vesiculären Form, kann

nicht allein, wie es allgemein die Ansicht ist, durch blosse Dilatation der Borstenverzweigungen und die weitere Entwickelung ihres cellulösen Ueberzugs geschehen, da solche aufgeweicht, von der überall regelmässigen Epidermis der vesiculären Hülle vorsichtig getrennt werden können, ohne dieselbe zu verletzen. Viel wahrscheinlicher ist anzunehmen, dass die in Form von Warzen, überall auf dem Ovarium entstehenden jungen Borsten ihre divergirenden Aestchen noch unter der dünnen Epidermis entwickelten, mittelst dieser mit derselben verwuchsen und bei gleichzeitiger Entwickelung des Fruchtknotens, sie allmälig in allen Richtungen abgelöst und emporgehoben haben. Die schwache Entwickelung der bleichen Borstenfasern und das Unzusammenhängende der, die eingeschlossene Caryopsis überziehenden, äusserst lockeren neuentstandenen Epidermis, welche sich offenbar erst nach der Ablösung der oberen, zur Bildung der vesiculären Hülle verbrauchten Epidermisschicht ausbildete, — scheint diese Meinung zu unterstützen.

Wie abweichend also die äussere Form der *Calliphysa*-Früchte auch sein mag, sind doch nicht genug Charaktere da, um sie von *Pterococcus* und *Calligonum* als Gattung zu trennen. Einen *Pterococcus* könnte man jedenfalls auch als *Calliphysa* betrachten, bei welcher die Epidermishülle, in Folge der Richtung stark entwickelter Fasern und des innigeren Verwachsens mit denselben ihrer ganzen Länge nach und nicht nur an den Spitzen, wie bei der ächten *Calliphysa* — in Form von 4 Flügeln ausgebildet ist. Die zarten Früchte von *Pterococcus leucoclados* sehen oft, wenn die Flügelränder sich etwas zusammenrollen, einer *Calliphysa*-Blase nicht unähnlich. Wenn ferner die Früchte einiger *Calligonum*-Arten jenen der *Calliphysa* ganz fremd erscheinen, so giebt es dagegen andere, die offenbar als Mittelformen zwischen den Extremen auftreten. So sind bei *Call. Murex* die oberen kurzen, divergirenden Aestchen der Stacheln ganz nach der Weise, wie in *Calliphysa* auseinanderstehend und es fehlt nur ein vesiculärer Ueberzug, um eine *Calliphysa* vor Augen zu haben. Man bemerkt sogar eine Anlage zu dieser Metamorphose, indem die dilatirten Aestchen von durchscheinenden Zellenanhängseln umgeben sind. — Die Form der nicht gedrehten Caryopsis, die stumpfen *costae* und die Vertheilung der Borsten, sind bei *Call. mongolicum* und der *Calliphysa* so übereinstimmend, dass nach dem Ablösen der vesiculären Hülle dieser letzten — die Früchte beider Gewächse kaum als verschiedene gelten könnten. Die Calliphysa-Früchte könnten leicht als solche von *Call. mongolicum* betrachtet werden, welche noch unentwickelt sind oder sonst unter ungünstigen Bedingungen sich ausbildeten, wodurch die Borsten dünn, weich und ihre Aestchen verkürzt erscheinen.

Wir glauben nun, durch diese Betrachtungen über die Bildung der Frucht-Tegmente in verschiedenen Calligonum-Formen, die Unhaltbarkeit der Gattungen *Pterococcus* und *Calliphysa* und die Nothwendigkeit, sie nur als Unterabtheilungen der Gattung *Calligonum* anzunehmen, hinreichend genug geprüft zu haben, und wenden uns jetzt zur Schätzung der diagnostischen Arten-Charaktere.

Der Habitus der Sträucher, obwohl im Allgemeinen in den meisten Arten ähnlich, stellt dennoch verschiedene kleine Abweichungen dar, welche von der Farbe der Rinde

am Stamm, an den Aesten und Zweigen, so wie auch von der Richtung dieser letzten abhängen.

Die Farbe der Rinde, besonders der der Zweige, ist in vielen Arten ein entscheidendes Kennzeichen. So sind: *Call. Pallasia* nach der rothbraunen, *Call. leucocladum* nach der glänzenden, milchweissen, *Call. microcarpum* — nach seiner aschgrauen Rinde, sogar im sterilen Zustande gleich zu erkennen. Dabei können auch die Lenticellen berücksichtigt werden, welche in ihrer Vertheilung und Form, für Bestimmung mancher Arten sehr gute Hülfs-Charaktere darbieten. Die Farbe des Holzes am Stamme und an den Zweigen, so wie auch der Gehalt desselben an Gummi, sind nicht zu vernachlässigen.

Die Richtung der Zweige, besonders der einjährigen, ihre Rigidität oder Biegsamkeit, die Farbe, Jnsertion (zu zweien, mehren oder einzeln), Länge und stärkere oder schwächere Entwickelung ihrer Internodien, so wie die Art der Zusammenstellung derselben (tortuös, geradlinig) — sind sehr empfehlenswerthe Kennzeichen, welche zur Bestimmung vieler Arten, z. B. *Call. erinaceum*, *colubrinum*, *horridum*, *microcarpum*, *acanthopterum*, *eriopodum*, selbst wenn keine Früchte vorliegen, vollkommen hinreichend sind

Die Weise, auf welche die *ramuli herbacei* (hornotini) entstehen (d. h. in Büscheln oder nur zu 1—3) ist sehr wichtig, indem sie die grössere oder kleinere Tortuosität der Zweige, so wie auch die Ausbildung der Tumescenzen im Punkte der Berührung ihrer Internodien bedingt und dadurch auf das allgemeine Aussehen des Strauches einen Einfluss hat. Das Indumentum der *rami herbacei* ist zuweilen auch sehr charakteristisch.

Die Form der Blätter ist wenig verschieden und ihre Länge variirt je nach der Entwickelung der *rami herbacei;* gewöhnlich sind sie etwas länger an den einzeln stehenden und kürzer an den büschelförmig entspringenden. Dagegen ist ihr Verwachsen mit den Ochreen oder das Getrenntsein von denselben, ein constantes, zur Unterscheidung mancher Arten vortreffliches Kennzeichen.

Die Form und Grösse der Ochreen und die Weise, wie sie später zerreissen, so wie auch die Consistenz derselben — sind Charaktere, welche bei Unterscheidung der Calligonum-Arten immer einen grossen Werth haben.

Die Blüthenstielchen, Perigonialblätter und Antheren geben nur vage Kennzeichen, welche bei der Bestimmung wenig behülflich sind. Uebrigens sind Form, Grösse und Oberfläche[1]) der Perigonialblätter durchaus nicht in allen Arten dieselben und die Antheren zeigen häufig verschiedene Farben-Nuancen, so wie auch kleine Abweichungen in der Form.

Die schönsten und immer constanten Charaktere zur Unterscheidung der Calligonum-Arten, bieten ihre Früchte, welche je nach der Abtheilung, zu welcher eine Art gehört, die mannigfaltigsten Formen annehmen.

Vor Allem muss, in jeder Section, die peripherische Form der Früchte sammt den Flügeln und Stacheln beachtet werden, da diese doch in ihrer Configuration, sich nach der über-

1) So sind z. B. bei den schönen *Call. eriopodum* Bge. die Blüthenstielchen und Perigonialblätter, so wie auch die *valleculae* der Caryopsis mit zarten Schüppchen bedeckt.

all gleichmässigen oder ungleichmässigen Entwickelung der Fasern und der Zellmembran richtet. Ferner die Form der Caryopsis und ihre Drehung, welche beinahe in allen Arten (2—3 ausgenommen) constant bald rechts, bald links geht (von dem freien Ende der langen Achse aus betrachtet), also zu den besten Kennzeichen für Arten-tribus gehört. Die Form der *costae* ist auch nicht unwichtig, da sie in verschiedenen Arten variirt.

Im Speciellen sind bei *Pterococcus*-Arten der Umriss der Flügel, ihre Consistenz, die Ausbildung ihres Randes in stumpfe oder spitzige Zähne, oder sogar Stacheln und das Vorkommen auf der *facies antica* der Flügel fibröser Anhängsel von verschiedener Form — immer gute Kennzeichen.

Bei den *Pterygobasen*, bei welchen, wie gesagt, die *costae* in zwei divergirende, mehr oder weniger ausgebildete Flügel sich entwickeln, ist die Divergenz jedes, aus derselben *costa* entspringenden Paares und die Convergenz oder parallele Stellung je zweier verschiedenen Paaren angehöriger Flügel zu beachten.[1]) Ferner sind: die Consistenz der Flügel und Stacheln, die dichte oder sparsame Stellung der letzten, ihre Länge, das relative Verhältniss zwischen den Verästelungen, Farbe etc. — für Bestimmung der Art sehr werthvolle Charaktere. Die Form der Flügel, ihre Stellung hinsichtlich der Caryopsis und Anheftung an der *costa* — sind häufig sehr wichtige Kennzeichen.

Bei den *Calligonis* ist die Berücksichtigung der Zahl der Stachelreihen und die Regelmässigkeit oder Unregelmässigkeit in der Stellung der Stacheln, der Grad ihrer Tenacität, ihre Länge und Dicke, die Stellung der Verzweigungen, besonders der oberen, ihre Verhältnisse zu den Hauptzweigen und zu der Länge der ganzen Stachel, endlich die Farbe — durchaus unentbehrlich.

Clavis diagnostica specierum.

A. Caryopsis plus v. minus torta, 4-costata; costis expansis in alas duplices 4 perfecte evolutas, facie nudas v. appendicibus membranaceis aut setosis instructas, acie integerrimas, serrato-dentatas spinulosasve. 1 . . . . Sect. I. *Pterococcus* Endl. (ex parte.)

B. Caryopsis 4-costata plus v. minus torta. Costae abientes in alas (dimidiatas) 8 duplices coriaceas, divergentes, subevolutas v. rudimentarias cancellato-setigeras, e setarum basibus valde dilatatis, interjectis fibrillis, contextas. 9 . . . . Sect. II. *Pterygobasis* Borszcz.

C. Caryopsis 4-costata, recta v. varie torta. Costae in setas 8-12-16-seriatas prorsus liberas v. basibus inter se connexas solutae;

1) Die Flügel, welche aus derselben *costa* entspringen, nenne ich *alae sororiae*, diejenigen aber, welche den verschiedenen *costae* angehören und nur neben einander liegen — *alae confines*.

apicibus cancellato-intertextis, liberis. 19 . . . . Sect. III. *Eucalligonum* Endl. (excl. *Call. polygonoide*).

D. Caryopsis recta elliptica, apice producta. Costae 4 obtusae latissimae medio carinatae. Setae 12-seriatae creberrimae, capillares, molles, apicibus parum dilatatis, cum membrana tenui, caryopsin undique vesicae instar involvente concretis eamque suffulcientes . . . . Sect. IV. *Calliphysa.* Spec. unica: 25., *Call. Calliphysa* Bunge.

1. Alae facie nudae, exappendiculatae. 2.
» » » appendiculatae. 6.

2. Rami lignosi (annotini) lactei l. albido-lutescentes, graciles subanfractuosi 3.
» » » » valde anfractuosi, tenues. 7.
» » » » » » crassi, tumidi, ramulis squarrosis. 8.
» » plus v. minus fusco-purpurei. 4.
» » cinerei. 5.

3. Alae membranaceo-molles planae, usque ad stylorum basin adnatae, acie tenui integerrima . . . . 1. *Call. leucocladum.* Schrenck, Bunge.

Alae rigido-membranaceae subflexuosae, acie cartilagineâ serratae, a stylorum basi liberae . . . . 2. *Call. Aralense* Borszczow.

4. Fructus circumscriptione late-ovales, obcordati. Alae membranaceae planae, utrinque rotundatae, usque ad basin stylorum adnatae, acie tenui rotundato-denticulatae . . . . 3. *Call. Pallasia* L'Hérit.

Fructus circumscriptione cordati. Alae rigido-coriaceae flexuosae, cordatae, lobis basilaribus apiceque acuminatae, acie cartilagineâ subduplicato serrato-dentatae . . . . 4. *Call. rubicundum.* Bunge (var.).

Fructus circumscriptione elliptico-ovales. Alae ovales, rigidae, subflexuosae, a basi stylorum liberae, acie duplici serie cristato-dentatae, pulchre aeneo-rubellae (Desert. djungar.) . . . . 5. *Call. crispum* *) Bunge.

5. Fructus ovati. Alae coriaceae apice acutae, cum costa conti-

*) Species asterisco notatae in regionibus Aralo-Caspicis nondum lectae.

guae, acie breviter cristato-spinulosae, spinulis polymorphis, patulis, subdistichis (Mesopotamia, Persia) . . . . 6. *Call. tetrapterum**) Jaub. et Spach[1]).

6. Alae usque ad basin stylorum adnatae, late cordatae membranaceae, acie undique lanceolato-dentato lacerae, appendiculis in facie teneris, lanceolato-subulatis . . . . 7. *Call. flavidum* Bge. (var. membranaceum).

Alae a stylorum basi liberae, rigido-coriaceae, cordato-subtriangulares, acie undique in setas breves, planas, rigidas, cristato-spinulosas desinentes, appendiculis in facie setosis, rigidis, bifurcatis . . . 8. *Call. acanthopterum* Borszcz.

7. Fructus ignoti. Flores subsolitarii brevissime pedicellati. Rami annotini lacteo-albidi, tenues graciles, tortuoso-anfracti; ramuli herbacei subsolitarii, ramificationibus patente-dichotomis . . . . 9. *Call. anfractuosum* Bunge.

8. Flores fructusque ignoti. Frutex globosus, cancellato-ramosissimus, trunco erecto; rami validi crebre nodoso-anfracti, divaricati; ramuli rectangule-patentes anfracto-refracti, minores (annotini) squarrosi, opaci, fibrilloso-pubescentes; ramuli herbacei fasciculati. . . . . 10. *Call. horridum* Borszcz.

9. Alae latiores, subevolutae, acie faciebusque divergentibus setigerae. 10.

Alae angustiores, rudimentariae, acie tantum setigerae. 13.

10. Fructus setarum circumscriptione cylindrici. Caryopsis leviter sinistrorsum torta, utrinque prominula, costis acutis. 11.

Fructus maximi; circumscriptione exacte globosi. Caryopsis e setarum situ occulta, utrinque obtusata, valde (sinistrorsum) torta, costis parum elevatis. 11.

11. Alae rigido-coriaceae, caryopsi breviores, abscissae, rubellae: sororiae rectangule divergentes, confines parallelae. 12.

Alae coriaceo-membranaceae, caryopsin excedentes, pallidae: sororiae obtusangule divergentes, confines subconniventes. 12.

12. Setarum situs sublaxus; setae in acie alarum planae, latae brevissimae, irregulariter ramosae, apicibus brevibus spinulosis divaricatissimis, faciales elongatae teretiusculae, apicibus spinuloso-pungentibus, divaricatis. . . . . 11. *Call. Rotula* Borszcz.

---

1) Species haec praevie tantum inter *Pterococcos* collocata est; monente cl. Bunge omni jure sectionem propriam efformat. Vidi tantum iconem in Jaub et Spach Plantae oriental. tab. 471.

Setarum situs intricatissimus; setae in acie alarum planissimae, subelongatae, faciales subtetragonae in ramos 2—5 elongatos divisae, ramulis elongatis planiusculis, subulatis, fragillimis, mitibus, patentissimis . . . . 12. *Call. macrocarpum* Borszcz.

13. Setae in acie alarum biseriales. 14.
» » » » uniseriales. 15.

14. Fructus globosi; setarum situs densissimus. Alae rigido-coriaceae, emarginato-liberae. Setae planae rigidae, furcatae, ramis ramulisque fasciculatis patentibus, patente setuloso-spinulosis, setulis subfalcatis . . . . 13. *Call. densum* Borszcz.

15. Apices setarum elongati, erecto-patentes, molliores, mites. 16.
» » abbreviati, divaricati, rigidi, subpungentes. 17.

16. Fructus circumscriptione obcordati. Caryopsis costae latae, anguste bialatae (vel interdum alis subnullis), alis usque ad stylorum basin productis; setae 8-seriatae (!), densae, planiusculae, membranaceo-marginatae, pallidae, in ramos 2—3 furcatos ramulosque elongatos fragillimos, mites desinentes (Armenia, Persia, Syria). . . . . . 14. *Call. polygonoides**) Linn.

Fructus obovati, magni. Caryopsis costae obtusae anguste-bialatae, alis coriaceis exciso-liberis; setae laxae, distortae, basi planissimae, rigidae elongatae, in ramos 2—3 furcatos ramulosque paniculatos, erecto-patentes, elongatos, tenaces, subsecundos divisae . . . . 15. *Call. platyacanthum* Borszcz.

17. Cortex griseus obsolete lenticellatus. Rami annotini valde nodoso-anfracti, ramuli tenues, cristatim dispositi. 18.

Cortex lacteo-lutescens e lenticellis creberrimis magnis ochraceo-maculatus. Rami annotini ramulique crassi, recti, obsolete nodosi. 18.

18. Caryopsis dextrorsum torta, apice pyramidata, costis in alas latiusculas sub apice abscissas subcoriaceas expansis. Setae planae, latiusculae, rigidae, ima basi in ramos 2—3 erecto-patentes, apice in ramulos fasciculatos, abbreviatos, stellatim dispositos, subinde uncinato-spinulosos divisae . . . . 16. *Call. erinaceum* Borszcz.

Caryopsis sinistrorsum torta apice acutata; alae tenue-coriaceae angustiores, basi fere adnatae, sub apice caryopsis angulo acuto di-

*

vergenti-liberae. Setae planae, rigidae, apice in ramos divaricato-ramulosos spinulasque rigidas divaricatas divisae. . . . . 17. *Call. colubrinum* Borszcz.

19. Setae basibus connexae, subliberae. 20.
» prorsus liberae. 21.

20. Caryopsis dextrorsum torta. Setae 8-seriatae, rigidae, patente-ramosae, biternatim in ramulos divaricatos v. divaricato-refractos, rigidos, subelongatos divisae . . . . 18. *Call. Caput Medusae* Schrenck.

Caryopsis leviter sinistrorsum torta. Setae 16-seriatae, molliores, membranaceo-marginatae, ramulis patentibus, elongatis, flexilibus, furcato-subsecundis . . . . 19. *Call. comosum* *) L'Hérit.

21. Pedicellus, perigonium et caryopsis imbricato-squamulosi. 22.
» » » » glaberrimi. 23.

22. Caryopsis dextrorsum torta. Setae sparsae, 8-seriatae, planiusculae, tenaces, ramosae, apicibus longissimis, capillaribus, flexilibus, patente-falcatis. . . . . 20. *Call. eriopodum* Bunge.

23. Caryopsis recta. 24.
» sinistrorsum (vel. dextrorsum) torta. 25. 26.

24. Setae pallidae, 12-seriatae, furcato-ramosae, rigidae; apicibus rigidis elongato-subulatis. . . . . 21. *Call. mongolicum**) Turcz.

25. Fructus minuti. Caryopsis lineari-elliptica spiraliter torta, apice cylindrico, acuminato. Setae 8-seriatae, rigidiusculae, fere a basi subsecunde-ramosae, apicibus tenuissimis capillaceis. . . . . 22. *Call. microcarpum* Borszcz.

26. Caryopsis elliptica, sinistrorsum torta. Setae 8-seriatae, rigidae, basi et apice dilatatae, breve ramosae, apicibus 3—5 brevibus, rigidis, spinosis, divaricatis. 27.

27. Folia cum ochrea connata in vaginam amplexicaulem brevem, anguste membranaceo-marginatam in apicem brevem triangulari-ovatum, acutum, persistentem, fuscesceutem, recurvatum productam. (Bunge). . . . . 23. *Call. Murex* Bge.

Folia ab ochrea libera. Ochreae majusculae, e latissima basi acuminatae fusco-mucronatae, margine latissimo hyalino-membranaceo cinctae, vaginam amplexicaulem demum transverse laceratam efformantes. Rami annotini suberecti, approximato-paniculati; ramuli herbacei elongati, plerumque solitarii. Flores fructusque ignoti . . . . . 24. *Call. paniculatum* Borszcz.

SECT. I. **Pterococcus** Endl. gen. n. 1989 (ex parte).

Pterococcus (genus) Pallas iter, 2, p. 332 (excl. specieb. plurr.). — Ledeb. Fl. ross., 3, p. 494 (ex parte). — Dec. Prodr. t. XIV, p. 29 (ex parte). — *Pallasia* Linn. fil. suppl. p. 252 (quoad *Pt. aphyllum*).

Caryopsis plus v. minus torta, 4 costata; costis expansis in alas duplices 4 perfecte evolutas, facie nudas v. appendicibus membranaceis aut setosis instructas, acie integerrimas, serrato-dentatas spinulosasve.

I. ALIS FACIE NUDIS. (ACIE INTEGERRIMIS SERRATISVE).

a) RAMIS PERENNIBUS ET ANNOTINIS PLUS MINUSVE PURPUREO-FUSCIS.

1. *Calligonum Pallasia* L'Hérit. — Bunge Reliq. Lehmann. p. 485 (309) n° 1220.

Pterococcus aphyllus Pall. l. c. p. 332. — Ledeb. Fl. ross. 3, p. 494. — Dec. Prodr. t. XIV, p. 29, n. 1.

Kara Djusgön, Kisyl-Djusgön Kirghisor.

(Tab. I. Fig. 1—1c.)

Fructus circumscriptione *late-ovales, obcordati.* Caryopsis *aequalis, late elliptico-ovalis sinistrorsum* torta. Alae *membranaceae planae, utrinque rotundatae,* obtusae, *usque ad basin stylorum adnatae,* acie *rotundato-denticulatae.*

Hab.[1]). In collibus arenosis ad fluv. Temir, 29 Aug. 1857 (steril); in deserto Karakum prope put. Chan-Kuduk, 17 Oct. 1857 (fruct. delaps.); ad fluv. Ssyr-Darja prope Mailibass, 9 Mai 1858 (flor.).

Fructus (cum alis) 6¼ lin. longi, fere 6 lin. lati. Perigonii fructu maturo persistentis laciniae subpatentes (nec reflexae). Alae recentes lutescente-aeneae, demum expallentes.

Frutex 2—6 pedalis, divaricato-ramosissimus. Truncus interdum ultra 5 poll. crassus, cortice griseo-nigro *valde rugoso-rimoso.* Rami perennes plures patentes, cortice *purpureo-*

---

1) Loca natalia hic tantum propria recensita; de reliquis confer partem generalem.

fusco splendente, lenticellato; lenticellis paucis dispersis, transverse ovalibus, subcinnamomeis. Rami annotini *subfasciculati*, ad internodia anfractuosi, parum tumidi, *purpureo-rubri*, ex epidermide exteriore tenui albida, demum soluta et in fibras subparallelas confluente, — *longitudinaliter striati*, ramosissimi; ramuli *divaricato-patentes* vix elongati saepissime *anfracto-refracti* albidi. — Rami herbacei (hornotini) plerumque fasciculati, 2—6 ex eodem internodio, 2—3 poll. et ultra longi, teretes, patentes, subpenduli, amoene virides. Folia ab ochreis libera semiteretia, apice paullulum latiora rotundata minuta vix ultra $1\frac{1}{2}$ lin. Ochreae tenues latae, semiamplectentes, albo-membranaceae, obtusiusculae, demum lacerando subbilobae. Flores plerumque bini vel terni, longiuscule pedicellati (2 lin.) subpenduli, odoratissimi. Perigonii laciniae glaberrimae: exteriores virescentes albo-marginatae, interiores albae, dorso roseolae. — Filamenta 12—14, glabrescentia, perigonio paullo breviora, antheris suborbicularibus purpureo-rubris. — Lignum in trunco — fusco-rubrum, in ramis perennibus et annotinis — amoene sulphureum medio rubellum, non, vel parcissime gummiferum.

2. *Calligonum rubicundum* Bunge. β. *humile* Borszcz.

Bunge Delect. sem. hort. Dorpat 1839. p. 8. — Reliq. Lehmann. p. 485 (309) (in tabula diagnostica sub asterisco).

Pterococcus songoricus β. *rubicundus* C. A. Meyer in Bull. Acad. Scient. Pétersb. 8. p. 340. — Ledeb. Flor. ross. 3, p. 494. — Dec. Prodr. t. XIV. p. 29, 30.

Pallasia Pterococus Pall. Flor. ross. p. 70, tab. 77, 78 (excl. planta Wolgensi).

(Tab. I. Fig. 2—2d.)

Fructus *minuti*, circumscriptione *cordati*. Caryopsis inaequalis *lineari-cuneata* sinistrorsum torta. Alae *rigidae*, *coriaceae*, *flexuosae*, *cordatae*, *lobis apiceque acuminatae*, acie *cartilaginea subduplicato-serratae*.

Hab. In deserto colliculoso arenoso ex oriente mar. Aral, ad fluv. Kuwan-Darja, raro; 9 Nov. 1857. (fruct. delaps).

Fructus ad summum 5 lin. long., 4 lin. lati, plerumqne minores (4 : 3‴). — Perigonii laciniae deflexae; pedicellus longiusculus exsertus, medio articulatus. Alae valide nervosae, versus apicem in acumen solitarium vel bina productae, lobis basilaribus acutatis, porrectis.

Fruticulus humilis, bipedalis, ramosissimus. Trunculus fere pollicaris, subadscendens, longitudinaliter rimosus ramique perennes cortice *laevi* nitente, *griseo-nigro*, (detriti fusco-purpurei) lenticellati; lenticellis sparsis magnis, elevatis, transverse ovalibus, rufo-ferrugineis. Rami annotini *albidi* nitentes, superne *patulo-ramulosi*, ramulis *subanfractis* vix elongatis, epidermide exteriore tenui in frustula membranacea et fibrillas solutâ — ferrugineo-rubellis, nodulosis. Lignum parce gummiferum, obscure fuscescente-rubellum. Ramos herbaceos, folia, ochreas floresque nondum vidi.

Call. Pallasiae socium. Specimina nostra a *C. rubicundo songorico* diversa: ramis annotinis minus elongatis, tenuioribus; herbaceis, ut videtur, non fasciculatis, fructibus minoribus, angustioribus, totoque habitu humiliore.

b) RAMIS PERENNIBUS ANNOTINISQUE LACTEIS L. ALBIDO-LUTESCENTIBUS, OPACIS L. NITENTIBUS.

3. *Calligonum Aralense* Borszcz. nov. spec.

(Tab. I. Fig. 3—3b.)

Fructus circumscriptione *subrotundi*. Caryopsis *subinaequalis ovali-cuneata sinistrorsum* torta costis *acutissimis*. Alae *rigido-membranaceae* flexuosae *crasse venosae*, acie *subcartilaginea minute dentato serratae*, a stylorum basi *liberae*, utrinque *bilobae, lobis divergentibus, acutatis.*

Hab. In deserto ex oriente mar. Aral inter put. Üsch-utkul et Ssaigak, raro; 11. Nov. 1857. (Fruct. delaps.).

Fructus 5 lin. longi, $4\frac{1}{2}$ lin. lati. Alae pallide-aeneae.

Frutex ultra *3-pedalis*, *ramis arrectis.* Trunculus basi ultra $1\frac{1}{2}$ pollicaris cortice *sordide-lutescente nitido*, rasa epidermide subcinnamomeo, longitudinaliter in rimas breves vix hiantes soluto, lenticellis plurimis minutis subrhombeis parum prominentibus subconcoloribus instructo. Rami perennes trunco subconcolores *splendentes*, $\frac{1}{2}$ poll. crassi, pariter ac truncus lenticellati, vix rimosi. Rami annotini *rigidiusculi*, nodulosi, subtumidi ramulique erecto-patentes (l. summi patentes) subelongati, albescentes, subopaci, epidermide in fibras longitudinales confluente — subcinnamomei. Lignum in trunco *albido-fuscescens centro subrubellum* in ramis ramulisque pallidius, parum lutescens, parce *gummiferum.*

A. *Call. leucoclado* (Schrenck), Bunge e characteribus carpicis differt fere uti *Call. rubicundum* a *Call. Pallasia;* habitu vero gaudet longe alieno.

4. *Calligonum leucocladum* Bunge. Rel. Lehmann. p. 485 (309) (cum signo interrogationis).

Pterococcus leucoclados Schrenck in Bull. Phys. Math. Acad. Scient. Petrop. 3, p. 211. — Ledeb. Flor. ross. 3, p. 494. — Dec. Prodr. t. XIV. p. 30. n. 5.

Ak-Djusgön Kirghisor. ut et caet. spec. ram. albidis.

(Tab. I. Fig. 3′.)

Fructus circumscriptione *subovales*. Caryopsis *aequalis lineari-elliptica dextrorsum* (l. interd. sinistrorsum) torta. Alae membranaceae *molles, planae, tenue nervosae, usque ad stylorum basin adnatae* (!), utrinque subbilobae, *lobis approximatis, rotundatis*, acie *tenues, integerrimae, demum convolubiles, fissiles.*

Hab. In deserto ex oriente mar. Aral, 8 Nov. 1857 (fruct. delaps.). In deserto Karakum inter puteos: Üsch-kuduk et Ak-kuduk, 3 Maj. 1858 (vix flor.); inter Ak-kuduk et

lac. Kamyssly-bass, 4 Maj. 1858 (flor.). — In collib. arenosis prope mausol. Maralischan ad fluv. Kara-Usäk, 13 Maj. 1858 (fruct. maturesc).

Fructus ultra 5 lin. longi, $4\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ lin. lati. Alae amoene incarnato-aeneae, sub apice saepe integrae (nec bifidae), acie ne minime quidem dentatae.

Duae formae adsunt:

α. (*Pt. leucoclados* β. *flexuosus* Ledeb. l. c.) Fruticulus *humilis*, raro ultra sesquipedalis, ramis *flexuosis plerumque humifusis*. Trunculus subadscendens abbreviatus, vix $\frac{1}{2}$ poll. crass., cortice *griseo-ochraceo opaco*, longitudinaliter *anastomosante*-rimoso, *frustulatim* secedente. Lenticellae nullae l. obsoletissimae inter rimas anastomosantes oblongae. Rami perennes elongati, vix ultra $2\frac{1}{2}$—3 lin. crass. epidermide *sericeo-lactea* tecti, quâ secedente lutescente-cinnamomei, more trunci ruguloso-rimosi. Rami annotini *graciles*, plerumque humifusi l. inclinati crebre nodulosi, parum anfracti *lutescente-lactei*, epidermide in floccos secedente *pilosiusculi*, opaci; ramuli ad internodia inserti *breves* v. subinde elongati, sub angulo recto patentes. Ramuli herbacei tenues, teretes, viridi-glaucescentes, 4—12 ex eodem internodio, vix elongati (nisi novelli in ramorum apicibus et tum solitarii 5—6 pollicares). Folia minuta, vix 1—$1\frac{1}{2}$ lin., latiuscula, apice rotundata, erecto-patula (in ramulis novellis saepius longiora, 3—4 lin., parum reflexa), libera. Ochreae hyalino-membranaceae tenuissimae, semiamplectentes, acuminatae, mox laceratae, parte superiore evanidâ in cupularum formâ persistentes. Flores plerumque bini, pedicello $1\frac{1}{2}$—2 lin., cernui, odorati. Perigonii laciniae glabrae: exteriores virescentes albo-marginatae, interiores candidae dorso viridulae. Filamenta 12—16, glabra, basi dilatata, perigonio breviora, antheris orbicularibus incarnatis. — Lignum trunculorum albido-cinnamomeum, ramorum perennium lutescens, annotinorum — *amoene-sulphureum*, *non gummiferum*.

β. Rami vix anfractuosi, multo crassiores et validiores, tumidi, magis elongati, arrecti. Corticis et ligni characteres uti in α. Fructus ignoti. An *Pter. leucoclados* α *strictus* Ledeb. l. c.?

In deserto arenoso-colliculoso Kara-Kum, 15. Oct. 1857.

Species fructu ignoto.

5. *Calligonum anfractuosum* Bunge Reliq. Lehmann. p. 487 (311) (in adnotat. ad *Calliphysam*).

«Inter Kuwan et Jan-Darja» Lehmann et Bunge l. c.

Descriptionem vid in clav. diagnost. 7.

6. *Calligonum horridum* Borszcz.

Dubius sub hoc nomine, uti speciem distinctam propono fruticem habitu maxime insignem, quem ob colorem ligni et corticis, ramorum atque ramulorum characteres affines — *Call. leucoclado* associare mihi aptum videbatur.

Flores fructusque ignoti. Frutex *globosus* humilis, sesquipedalis v. bipedalis. Trunculus fere pedalis, 4—5 lin. crass. *erectus*, ramosus, nodosus, ad internodia parum anfractus, cortice lacteo-lutescente, rasa epidermide cinnamomeo, anastomosante rugoso-rivuloso. Lenticellae nullae vel parcissimae, punctiformes, subconcolores. Rami 2—3, validi, divaricato-patentes, solo inclinati, crebre nodoso-anfractuosi, ramulos gerentes sub angulo recto patentissimos *vario modo anfracto-refractos* atque iterum divisos in ramulos minores, divaricatos, abbreviatos, *squarrose-dispositos. Rami ramulique ad internodia et apices valde tumidi cicatricibusque* ex ramulorum herbaceorum fasciculatorum insertione ortis *instructi*, epidermide exteriore lactea, undulatim fissili et in floccos soluta, *pubescentes*, opaci. Lignum trunculi albidum, ramorum ramulorumque sulphureum, non gummiferum.

Hab. In collibus arenosis inter fluv. Djaman-Ssyr et lac. Bukabai-kul, raro; 26 Septembris 1858.

II. ALIS FACIE MEMBRANACEO-APPENDICULATIS VEL SETIGERIS.

7. *Calligonum flavidum* Bge. β. *membranaceum* Borszcz.

Bunge Delect. sem. hort. Dorpat 1839. p. 8. — Ejusdem Reliq. Lehmann, p. 485 (309) (sub asterisco).

Pterococcus songoricus α flavidus. C. A. Meyer in Bull. Acad. Scient. Petrop. 8, p. 340. — Ledeb. Flor. ross. 3, p. 494. — Dec. Prodr. XIV. p. 29, 30, n. 3.

(Tab. I. Fig. 4—4b).

Fructus magni, circumscriptione late-*cordati*. Caryopsis aequalis *ovalis, dextrorsum* torta. Alae *membranaceae* flexuosae *usque ad stylorum basin adnatae, cordatae* utrinque *bilobae: lobis basilaribus porrectis, obtusiusculis, divergentibus, apicalibus acuminatis incumbentibus*, acie undique *lanceolato dentato-laceris*, facie *appendiculis membranaceis lanceolato-subulatis* instructis.

Hab. In littore orientali arenoso mar. Aral prope Üsch-utkul, frequens, 9 Nov. 1857 (fruct. delaps.). — In tota regione inter Üsch-utkul et mont. Bik-tau frequenter provenit.

Fructus 7—8 lin. longi 6—$6\frac{1}{2}$ lin. lati. Alae splendentes, dilute aeneo-flavidae.

Frutex 5—6-pedalis ramosissimus; ramis patentissimis, *deflexis*. — Truncus saepe ultra 3-poll. crassus, cortice crâsso griseo-nigro valde rugoso, rimescente, frustulatim secernibili. Rami perennes vetustiores similes nodosi, ad internodia valde tumidi cicatricibusque ramulorum herbaceorum delapsorum instructi; juniores nodoso-tumidi pallidiores, rasâ epidermide corticis *lutescente-fusci, subnitentis*, fissilis *luteo-ferrugineâ*, in frustula facile secedente — *nigro-fusci, opaci.* Lenticellae crebrae sine ordine dispositae, plerumque *binae*, ambitu subellipticae, rufescentes. Rami annotini albidi, epidermide in fibras saepe solutâ, *fasciculati* elongati, erecto-patentes sparse nodosi, ad internodia subtumidi, *divaricato-ramulosi*, ramulis *deflexis*. Lignum in trunco ramisque vetustioribus fusco-rubrum, in junioribus sulphureum centro rubellum, parce gummiferum.

Specimina Aralensia alarum indole, fructibus majoribus, ramis annotinis fasciculatis albidis ab authenticis songoricis in Herb. Acad. Imp. Scient. depositis discrepant. Econtra bene congruunt cum 4 speciminibus Schrenckianis ad fluv. Ile collectis, quae sine nomine in eodem herbario asservantur. Forsan species sui juris?

8. *Calligonum acanthopterum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. I. Fig. 5—5e.)

Fructus circumscriptione *cordato-triangulares*. Caryopsis *aequalis*, *ovalis*, *leviter sinistrorsum* torta. Alae subtriangulares, *rigidae*, valde flexuosae, *a stylorum basi liberae* caryopside longiores, acuminatae, acie undique *in setas breves planas*, *rigidas cristato-spinulosas* desinentes facieque *serie setarum bifurcatarum aciei parallela* obsessis.

Hab. In deserto arenoso colliculoso ex oriente mar. Aral, prope put. Kulambai-Kazhàn, raro, 18 Nov. 1857.

Fructus fere 6 lin. longi, 5 lin. lati; juniores sanguineo-rubri. Caryopsis pallide griseo-cinnamomea, alae et setae incarnato-flavescentes, spinulae sordide-luteae.

Frutex 3—4 pedalis. Truncus $1-1\frac{1}{2}$ poll. crassus, cortice cinereo-nigrescente anastomosante rimoso-fisso, vix lenticellato. Rami perennes *parce ramosi*, *internodiis obsoletis*, non anfractuosi, cortice *cinerascente*, *opaco*, rasa epidermide — obscure rufo-cinnamomeo, *fibris anastomosantibus nigrescentibus secernibilibus* percurso, interjectis lenticellis punctiformibus, parum elevatis, ambitu subrotundis, lutescentibus. Rami annotini *erecto-patentes* ad internodia tumida, albida parum anfracti, *graciles*, *lacteo-roseoli*, nitidi, in ramulos plures concolores graciles erectos l. erecto-patentes, *subsecundos paniculatim* divisi, ex epidermide in fibrillas soluta rimoso-striati. Lignum in trunco ramisque perennibus rubello-fuscescens, centro subbrunneum, in annotinis — albidum citrino-annulatum, valde gummiferum.

Species nitida; sectionem insequentem (*Pterygobasis*) cum *Pterococcis* optime jungit, mediante analogo *Call. Rotula* Borszcz.

Sect. II. **Pterygobasis** Borszcz.

Calligonum sect. α *Eucalligonum* Endl., Bunge (quoad *Call. polygonoides*). — *Calligonum* Auctor plurr.

Caryopsis 4-costata plus v. minus torta. Costae abientes in alas (dimidiatas) octo coriaceas, duplices, divergentes, subevolutas v. rudimentarias, cancellato-setigeras, e setarum basibus valde dilatatis fibrillisque creberrimis contextas. — Setae acie simul et faciebus divergentibus, v. acie tantum uni-vel biseriatim insidentes.

I. ALAE SUBEVOLUTAE, LATIUSCULAE, ACIE FACIEBUSQUE DIVERGENTIBUS SETIGERAE.

9. *Calligonum Rotula* Borszcz. nov. spec.

(Tab. I. Fig 6–6g.)

Fructus circumscriptione *cylindrici*. Setarum situs sublaxus. Caryopsis *leviter sinistrorsum torta*, e costis 4 acutis, utrinque *abrupte* evanescentibus, *medio lato-bialatis*, *subcylindrica*, *utrinque producta*. Alae *rigido-coriaceae* utrinque *abscissae*, *subparallelogrammae:* sororiae *rectangule* divergentes, confines — *parallelae*, *remotae*. Setae aciales latae *brevissimae*, *rigidae*, tenaces, irregulariter ramosae, apicibus *brevibus*, *divaricatissimis*, *spinulosis;* faciales elongatae teretiusculae, breviter patente-ramosae, apicibus *rigidissimis*, *spinuloso-pungentibus*, divaricatis.

Hab. In deserto colliculoso-arenoso ex oriente mar. Aral., prope put. Bil-kuduk, raro, 16 Nov. 1857 (fruct. jam delapsis).

Fructus $5\frac{1}{2}$ lin. long., 5 lin. lati. Caryopsis subbrunnea, epidermide tenui albida sericeo-splendente tecta. Alae $1-1\frac{1}{4}$ lin. latae, *tantum in aciei parte caryopsidis axi longitudinali parallelâ cristatim in setas desinentes*, *ceterum abscissae*, *non setigerae*, valde nervosae, diluteaeneae. Setae rufescente-aeneae, subnitidae, ramuli spinulaeque dilutiores, lutescentes. Perigonii phylla ovata, acutata.

Frutex 3–4 pedalis. Truncus fere bipollicaris ramosissimus, cortice nigro-cinereo, rugoso-fisso. Rami perennes adultiores subrecti, vix nodosi, semipollicem crassi, cortice sordide-griseo, epidermide demum in fibras anastomosantes soluta; lenticellis inter fibras latentibus solitariis, sparsis, parum elevatis, ovalibus, rufescentibus; rami perennes juniores patentes, nodoso-tumidi cum cicatricibus e ramulorum herbaceorum caducorum insertione, griseoli, rimosi; rami annotini basi *subfasciculati*, *elongato-arcuati*, divaricato-ramulosi, nodoso-tumidi *albido-lutescentes* subnitidi, nunc gracilescentes, nunc apicem versus subanfractuosi. Lignum trunci ramorumque perennium dilute fusco-rubellum, annotinorum lutescens, gummiferum. — Ramulos herbaceos non vidi — fasciculati videntur. — Flores ignoti.

Species valde characteristica. Typus transitorius a *Pterygobasibus* ad *Pterococcos*, mediante *Call. acanthoptero* Borszcz.

10. *Calligonum macrocarpum* Borszcz. nov. spec.

(Tab. II. Fig. 7–7c.)

Fructus circumscriptione *exacte-globosi*, *maximi*. Setarum situs *densus*, *intricatissimus*. Caryopsis *late ovalis*, *obtusa*, valde (sinistrorsum) torta, *occulta*, costis obtusissimis parum elevatis. Alae coriaceae latae, *caryopsiden subexcedentes*, *pallidae:* sororiae *obtusangule*-divergentes, confines *subconniventes*. Setae aciales latae, planissimae, *elongato*-ramosae, faciales elongatae *subtetragonae*, ramis 2–5 elongatis erecto-patentibus, ramulis *elongatis*, latiusculis, subulatis, *fragillimis*, *mitibus*, patentissimis.

*

Hab. In deserto colliculoso-arenoso ex oriente mar. Aral., prope put. Bussai, raro; 13 Nov. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus omnium maximi, ultra pollicares (11—12 lin. in diam.). Caryopsis griseo-brunnea. Alae fere $1\frac{1}{2}$ lin. latae acie *undique* cristatim setigerae setaeque dilute fuscescente-incarnatae, rami et ramuli nitidi, flavescentes. Perigonii sericeo-incarnati laciniae elongato-ovatae, rotundatae (fructu maturo) explanatae; pedicellus brevis. — Filamenta (quantum ex unico stamine superstite concludere licuit) perigonio breviora, glabra, deorsum dilatata; antheris subglobosis (uti videtur) intense purpureis.

Frutex 3-pedalis. Trunculus *tenuis* vix ultra pollicem crassus, subadscendens, nodoso-tumidus, parce ramosus, cortice tenui albido-ochraceo ruguloso-fibroso, rasa epidermide ochraceo-ferrugineo. Rami perennes nodoso-tumidi, parce anfractuosi, opaci, subochracei, epidermide exteriore albida demum in rugas anastomosantes confluente. Rami annotini erecto-patentes, *anfracto-subarcuati*, *lactei*, minutissime lenticellati, opaci, epidermide partim soluta — *sulcato-striati*, *fibrillosi;* ramuli *secundi* erecto-patentes, ad internodia obsolete-tumidi, sulcati, recti. Lignum *albido-lutescens*, centro rubellum, non gummiferum.

II. ALAE RUDIMENTARIAE, ANGUSTIORES, ACIE TANTUM SETIGERAE.

a) SETIS IN ACIE BISERIALIBUS.

11. *Calligonum densum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. II. Fig. 8—8f.)

Fructus exacte globosi; setarum situs *densissimus*. Caryopsis *obconica dextrorsum* torta, costis *valde* prominulis, obtusiusculis, sub apice confluentibus. Alae *rigide-coriaceae*, latiusculae, *emarginato-liberae*, acie undique in setas biseriales desinentes. Setae rigidae, complanatae, furcatim ramosae ramis patentissimis, ramulis *fasciculatis* furcatis patentibus, patente *setuloso-spinulosis;* setulis rigidis *subfalcatis*.

Hab. In deserto colliculoso-arenoso exarido ex oriente mar. Aral, inter puteos subsalsos Bil-kuduk et Kulambai-kazhàn, raro; 17 Nov. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus 7 lin. in diametro. Caryopsis et alae fusco-rubellae; setae ramique laetiores, splendentes; setulae lutescentes. Alae 1 lin. latae, crassae. Perigonium et pedicellus ex setarum situ occulti; perigonii phylla lineari-elongata, rotundata.

Frutex subdecempedalis, ramis validis, valde intricatis anfracto-refractis ramulisque rigidis undique patentibus horridus. — Truncus brevis $1\frac{1}{2}$ pedalis, 5 poll. crassus, cortice duro nigrescente-cinereo, rugoso-rimoso, ex rimis anastomosantibus, frustulatim secernibili. Rami perennes quatuor l. quinque, $2-3\frac{1}{2}$ poll. crass., erecto-patentes, valde anfracti, cum ultimis ramificationibus 5—6 pedales, cortice illo trunci concolore, lenticellis nullis, valde rugoso. — Rami juniores crassi, patentes, parum anfracti ramulique annotini *sub-fasciculati*, *recti*, *erecto-patentes*, *ad internodia cupulatim tumidi*, *lacteo-roseoli* subnitentes striati,

rasa epidermide rimescente — ochraceo-ferruginei. Lignum trunci ramorumque perennium — *rubrum*, ramorum annotinorum subsulphurum, gummiferum.

b) SETIS IN ACIE UNISERIALIBUS.

†) Apices setarum elongati, erecto-patentes, molliores, mites.

12. *Calligonum platyacanthum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. II. Fig. 9—9c.)

Fructus magni, *obovati;* setarum situs laxus, *asymmetricus.* Caryopsis ovalis, *dextrorsum* torta, costis parum elevatis acutiusculis *anguste* bialatis. Alae coriaceae *exciso-liberae* dente decurrentes. Setae uniseriales *distortae*, basi planissimae latae, rigidae, *elongatae*, saepe confluentes; ramis 2—3 furcatis, ramulis *paniculatis*, erecto-patentibus *subsecundis*, *tenacibus*, *elongatis*

Hab. Ex oriente mar. Aral, prope puteum Bil-kuduk in collibus arenosis, raro; 16 Nov. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus (ad summum) 10 lin. longi, 6—7 lin. lati. Caryopsis fusco-rubella membrana griseola secedente tecta. Alae angustae, $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ lin. sub apice caryopsidis interdum in unam confluentes, denticulo angustissimo in costam decurrentes. — Setae irregulariter dispositae: nunc approximatae, imo inferiore parte confluentes, nunc distantes; porro cum costae directione angulum sursum l. deorsum acutum, vel rectum aut obtusissimum efformantes. Color setarum fusco-rubellus, ramorum dilutior, ramulorum lutescens.

Frutex 3—4 pedalis, parce ramosus. Truncus pollicem crassus, erectiusculus, cortice griseo, versus basin rimoso-lacerato, ad rimas sordide-ochraceo, anastomosante-fibroso, sursum griseo subnitente, sparse lenticellato, rasa epidermide fusco-cinnamomeo. Rami perennes recti, nodosi, ad internodia parum anfracti atque e cicatricibus ramulorum herbaceorum delapsorum tumidi, griseo-albidi, epidermide in fibrillas secedente. Rami annotini erecto-patentes subconcolores v. lacteo-fuscescentes arcuati, tenues, breves rigidi, parum anfracti. Lignum trunculi ramorumque rubellum, valde gummiferum.

††) Apices setarum abbreviati, divaricati, rigidi, subpungentes.

13. *Calligonum erinaceum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. II. Fig. 11—11c.)

Fructus *subglobosi.* Caryopsis ovali-elliptica *dextrorsum* torta, apice e costis obtusis (ante apicem) confluendo evanidis, subdecurrentibus *acute-pyramidata;* costis expansis in alas coriaceas *latiusculas*, basi *emarginatas*, ante apicem caryopsidis *abscissas.* Setae planae, latiusculae, rigidae, ima basi in ramos 2—3 erecto-patentes divisae, apice in ramulos abbreviatos, fasciculatos, *stellatim* dispositos, subinde *uncinato-spinulosos* abeuntes.

Hab. In deserto ex oriente maris Aral, prope Ssandal in collibus arenosis, 12 Nov. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus $5^3/_4$ lin. longi, $4^3/_4$ lin. lati, juniores rubri. Alae ultra $^3/_4$ lin. latae. Caryopsis, alae et setae *rufescente-incarnatae* splendentes, rami — dilutiores, ramuli lutescente-incarnati, siccando demum *crispati*.

Frutex 3—4 pedalis. Trunculus suberectus ultra-pedalis, cortice suberoso griseo-nigrescente, rugoso-rimoso. Rami perennes $^1/_2$—$^3/_4$ poll. crassi, anfracti, crebre nodoso-tumidi, patente-ramosissimi, cortice opaco, rimoso, griseo-fuscescente, parce et obsolete lenticellato, epidermide exteriore albida demum in rugas anastomosantes soluta. Rami annotini *valde anfractuosi*, creberrime nodulosi (internodiis vix $^3/_4$ poll.), ad nodulos — e cicatricibus ramulorum herbaceorum delapsorum — tumidi, albido-griseoli, *patentissime-ramulosi. Ramuli abbreviati, subarcuati, cristatim dispositi*, lacteo-roseoli. Lignum valde gummiferum: in trunco: dilute fusco-rubellum, in ramis sordide lutescens.

Species difficilis; e characteribus carpicis caute a sequente, cui simillima, distinguenda. Corticis color, lenticellarum dispositio praesertim vero ramorum et ramulorum situs characteres bonos praebent.

14. *Calligonum colubrinum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. II. Fig. 10—10c.)

Fructus *subglobosi;* setarum situs sat *densus*. Caryopsis *sinistrorsum* torta obtusiuscula, costis usque ad apicem productis, alis tenue coriaceis angustioribus, *basi fere adnatis*, sub apice caryopsidis *angulo acuto divergente-liberis*. Setae planae rigidae *apice* desinentes in ramos 2—3 divaricato-ramulosos spinulasque rigidas divaricatas.

Hab. In deserto ex oriente maris Aral, inter mont. Bik-tau et put. Bil-kuduk, raro; 14 Nov. 1857.

Fructus 6 lin. longi, 5 lin. lati. Caryopsis et alae ad summum $^3/_4$ lin. latae — rufescente v. fuscescente-rubellae. Setae concolores; rami spinulaeque longiores quam in praecedente magisque divaricatae, vix crispatae.

Callig. erinaceo maxime affine: sed caryopsis semper sinistrorsum torta, apice obtusata, alae angustiores, basi numquam rectangule abscissae. Fruticis habitus insuper prorsus alienus, uti e descriptione insequente facile patebit.

Frutex 4-pedalis, *ramis ramulisque suberectis*. Truncus $1^1/_2$—$2^1/_2$ poll. crassus ramique perennes vetustiores cortice *lacteo-griseo, lutescente* subnitido, parce rimoso, ex epidermide exteriore tenui albida, lacerando in venas confluente — anastomosante-venoso, *creberrime lenticellato* (unde truncus et rami *colubrino*-maculati). Lenticellae *seriatim* dispositae, plerumque *binae juxta* — vel *superpositae, subtriangulares* l. *elongato-ellipticae* elevatae, magnae, *ochraceo-rufescentes*. Rami perennes juniores *recti, erecto-patentes*, albido-rufescentes, obsolete nodulosi; corticis epidermide exteriore lactea in frustula latiuscula, passim anastomosantia,

subnitentia soluta. Rami annotini ramulique *furcatim* dispositi, *recti*, *erecto-patentes*, leviter nodulosi, crassiusculi, epidermide in *furfurem* et *fibrillas* solutâ (in ultimis saltem ramificationibus) *subpulverulenti*. Lignum trunci et ramorum perennium albidum, dilutissime rubellum; ramorum annotinorum citrinum, non admodum gummiferum.

Obs. Ultimus *Pterygobasium* typus; ad *Eucalligona* mediante *Call. Caput Medusae* Schrenck e fructuum facie simili — transiens. *Call. Caput Medusae* differt: caryopside dextrorsum torta, costis in setas subliberas (nec in alas setigeras) desinentibus, setis a basi fere ramosis, ramis biternatim divisis, subulasque longiores apice gerentibus. Fruticis habitus ramorumque dispositio longe distant.

Sect. III. **Eucalligonum** Endl. gen. n. 1989 Bunge (excl. *Call. polygonoide*).

Calligonum Auctor.

Caryopsis 4-costata recta v. varie torta. Costae in setas 8—12—16 seriatas prorsus liberas vel basibus inter se connexas solutae; apicibus cancellato-intertextis liberis.

I. Setarum bases connexae.

15. *Calligonum Caput Medusae* Schrenck *var.*

Enum. plantar. novar. 1, p. 9. — Bunge Rel. Lehm. p. 485 (309) sub asterisco. — Ledeb. Flor. ross. 3, p. 495. — Dec. Prodr. t. XIV, p. 29, n. 4.

(Tab. III, Fig. 12—12e.)

Fructus obovati; setarum situs subdensus. Caryopsis elliptica *dextrorsum* torta, apice *in acumen cylindricum* producta, costis acutiusculis. Setae 8-seriatae basibus connexae, *subliberae*, teretiusculae, compressae, *fere a basi ramos rigidos patentes tres gerentes*, *biternatim* in ramulos patentissimos spinulasque rigidas, parum elongatas divaricatas divisos.

Hab. In deserto arenoso-colliculoso ex oriente mar. Aral, prope puteum Bil-kuduk; 16 Nov. 1857.

Fructus 5—8 lin. long., 4—7″ lati. Caryopsis dilute fuscescens, setis undique horrida, calyce et pedicello plerumque occultis. Setae ramique fuscescente-rubelli, ramuli spinulaeque lutescentes. — Perigonii laciniae lineari-elongatae, rotundatae.

Frutex 4-pedalis. Truncus sesquipedalis subrectus, 2—2½ poll. crassus, cortice crasso valde rugoso, rimoso, griseo-nigrescente. Rami perennes vetustiores adscendentes, sordide griseo-lutescentes, rasa epidermide ferruginei, suberoso-rimosi, lenticellis punctiformibus instructi, parce ramosi; juniores — geniculatim anfractuosi l. recti, rugosi, crebre lenticellati non tumidi lacteo-lutescentes, rasa epidermide brunnei; lenticellae *geminae* longi-

tudinaliter in series dispositae. Rami annotini albido-roseoli, epidermide valde fissili, demum in fibras soluta — fuscescentes, *divaricato*-ramulosi; ramulis obsolete nodulosis vix tumidis, rectis. Lignum in trunco ramisque perennibus dilute fusco-rubellum, in annotinis citrinum, parce gummiferum.

Call. colubrino prima vice persimile; notis cursive impressis nec non habitu exteriore ab illo recedit. Setae et setulae in speciminibus Schrenckianis magis divaricatae, rigidiores, dispositio ipsarum laxior.

II. SETARUM BASES LIBERAE.

a) PEDICELLUS, PERIGONIUM ET CARYOPSIS IMBRICATO-SQUAMULOSI.

16. *Calligonum eriopodum?* Bunge Rel. Lehm. p. 486 (310), n. 1222.

(Tab. III. Fig. 13—13d.)

Fructus subglobosi. Setarum situs *valde laxus*. Caryopsis subelliptica utrinque aequaliter attenuata, *leviter dextrorsum torta*, *squamis furfuraceis imbricatis creberrimis* tecta, costis *obsoletis*, *obtusis*. Setae 8-seriatae, prorsus liberae planiusculae *tenaces* a basi ramosae; rami 2—4 iterum in ramulos *capillares*, *longissimos*, *patente-falcatos*, *flexiles* desinentes.

Hab. In collibus arenosis inter rivulum Kara-Djelga et fluv. Ssyr-Darja prope Ssary-Tscheganak, raro; 28 Aug. 1858.

Fructus fere 10 lin. long., 9½ lin. lati. Caryopsis subbrunnea ex squamulis furfuraceis densis griseola; setae ramique castaneo-rubelli, ramuli apicem versus sensim dilutiores, lutescentes.

Frutex octo-pedalis, gracilis, pulcher. Truncus erectus, gracilis, tenue ramosus, cortice albido-cinnamomeo, laevi, longitudinaliter fissili, crebre lenticellato; lenticellis minutis punctiformibus sine ordine dispositis. Rami perennes tenues, erecti, graciles, epidermide alba, tenuissima papyracea demum frustulatim secedente — cinnamomei. Rami annotini cinnamomeo-rubelli, erecti, graciles, nodulosi, e membrana exteriore alba longitudinaliter fissili et *in floccos desinente papilloso-striati*. Ramuli herbacei tenues *elongati*, *solitarii* glauco-virides *floccoso-striati*, fructibus jam lapsis persistentes. *Folia nulla* (?). — Ochreae minutae amplectentes hyalino-membranaceae, striatae, e lata basi subito acuminatae, acumine reflexo. Lignum albo-lutescens parcissime gummiferum.

Obs. Ob pedicellum et perigonium imbricato-squamulosos ad *C. eriopodum* Bge. retuli fruticem maxime insignem, nonnullis notis a specimine Lehmanniano in Hb. Acad. Scient. asservato recedentem. Folia in nostro videntur nulla (an delapsa??); rami perennes et annotini eximie graciles, indumento peculiari papilloso tecti; ramuli herbacei solitarii (vel 2—3, nec fasciculati) glauco-virides, floccosi. — Forsan species sui juris, *Call. eriopodo* Bunge nimis affinis.

b) PEDICELLUS, PERIGONIUM ET CARYOPSIS GLABERRIMI.

17. *Calligonum microcarpum* Borszcz. nov. sp.

(Tab. III. Fig. 14—14c.)

Fructus *minuti*, subglobosi. Setarum situs sat densus. Caryopsis *spiraliter* sinistrorsum v. dextrorsum torta, *lineari-elliptica*, *medio-ampliata*, utrinque, extremitates versus cylindrice-producta, costis obtusiusculis, rotundatis. Setae 8-seriatae, omnino liberae, rigidiusculae, angustae, complanatae, *fere a basi* divisae in ramos 4—6 patentes *subsecundos* iterum et iterum in ramulos plurimos elongatos *capillares* abeuntes.

Hab. Ex oriente maris Aral, inter puteos Bil-kuduk et Kulambai-kuduk, hinc inde; 17 Nov. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus vix ultra $2\frac{3}{4}$—3 lin. longi et lati. Caryopsis et setae primariae brunneae, *nitentes;* ramuli pallide lutescentes, capillares. Pedicellus brevissimus; perigonii laciniae vix reflexae.

Frutex 2—3 pedalis. Trunculus saepe *procumbens*, adscendens, 1—$1\frac{1}{2}$ poll. crass., cortice longitudinaliter fissili *caesio-albido* opaco (rasa epidermide obscure ferrugineo) fibrisque anastomosantibus, nigrescentibus percurso, crebre lenticellato; lenticellae fere semper *binae* prominulae, *cupulaeformes*, lutescentes. Rami perennes *subsecundi*, erecto-patentes, *albidiores*, *subsericei*, fibris anastomosantibus magis prominentibus, lenticellis obsoletioribus: crassiores obsolete nodosi, tenuiores sub insertione ramorum annotinorum valde tumidi cicatricibusque ex insertione ramulorum herbaceorum ortis instructi. Rami annotini *secundi* albido-lutescentes, epidermide exteriore in fibrillas soluta — subferruginei, parum anfracti, nodulosi, rigiduli, striati, apice plerumque in ramulos tenues *patente-secundos* divisi. Lignum sordide lutescens, demum (exsiccatum) medio fusco-rubellum, in ramis junioribus pallidius, valde gummiferum; gummi caeteris speciebus liquidius.

Species optima, cum nulla alia commutanda; imo in statu sterili ramorum et ramulorum dispositione secunda et corticis colore statim dignoscitur.

18. *Calligonum Murex* Bunge. Rel. Lehmann. p. 486 (310), n. 1223. — Dec. Prodr. tom. XIV. p. 29, n. 5.

(Tab. III. Fig. 15—15e.)

Fructus circumscriptione *ovales.* Caryopsis elliptico-ovalis sinistrorsum torta, *obtuse* costata. Setae 8-seriatae *rigidae*, *crassae, basi apiceque dilatatae*, interdum confluentes, breve ramosae, apicibus 2—3 *brevibus crassis*, *divaricato-spinosis*, membranaceo-marginatis.

Hab. In collibus arenosis deserti Kara-kum, prope put. Kul-kuduk, raro; 15 Octobr. 1857 (fruct. delaps.).

Fructus 4—5 lin. longi, 3—4 lin. lati. Caryopsis fuscescente-rufa, setae rufae, spinulae pallidae.

Frutex 3—4 pedalis, ramis adscendentibus, arcuatis. Truncus 2—3 poll. crassus, cortice *brunneo-nigrescente* laeviusculo l. rugoso, *in frustula lata* fissili, lenticellato; lenticellis sine ordine dispositis, plerumque binis, magnis elevatis, *nigris*. Ramis perennibus vetustioribus paucis cinereo-nigrescentibus, rugoso-rimosis, cortice intus subferrugineo vix lenticellato; junioribus obsolete nodosis albido-lutescentibus; corticis minute et crebre lenticellati epidermide in fibras latas, nitidas, anastomosantes soluta. Rami annotini *graciles arcuato-suberecti*, nodulosi, cinnamomeo-albidi, ex epidermide longitudinaliter fissili sulcato-striati. Lignum in trunco ramisque perennibus vetustioribus dilute fusco-rubellum, in junioribus et annotinis albo-lutescens, gummiferum.

Species optima! Typus transitorius ab *Eucalligonis* ad *Calliphysam*, uti jam monuit excell. Al. Bunge.

c) SPECIES DUBIAE SEDIS[1]).

19. *Calligonum paniculatum* Borszcz. nov. sp.

Flores et fructus ignoti. — Frutex 3—4 pedalis, *paniculato*-ramosus. Truncus vix $1\frac{1}{2}$ poll. crass., cortice brunneo-ferrugineo, ruguloso. Rami lignosi erecti, crassiusculi, obsolete-nodulosi ramulique suberecti *cinnamomeo-rufescentes*, epidermide exteriore nitida albida longitudinaliter in frustula *anastomosantia minutissime albo-flocculosa soluta*. Ramuli herbacei plerumque solitarii, elongati, erecto-subarcuati, ad nodulos dilatati striato-sulcati, minutissime (sub lente) furfuraceo-pruinosi, glauco-virides. Folia ab ochreis *libera*, caducissima, linearia, apice rotundato-dilatata, crassiuscula. Ochreae ramulorum nodulos amplectentes majusculae, e latissima basi acuminatae mucronatae fuscae, margine hyalino-membranaceo *latissimo* cinctae, demum transversim laceratae, parte inferiore cupulatim persistente.

Ab omnibus speciebus mihi notis diversum: ramis valde coarctatis, approximato-paniculatis erectis, corticis indumento et ochreis valde evolutis. Foliis liberis ad *Call. Pallasiam, leucocladum* et *polygonoides* (ceterum species diversissimas) accedit; ramulorum herbaceorum indumento floccoso — ad *Call. eriopodum*, tamen longe alienum; corticis colore etiam *Call. Murici* quoque appropinquatur — sed habitus, ramorum situs coarctatus atque ochreae — diversissimi. — Speciem hanc ad *Eucalligona* pertinere fere non dubito, nam habitu gaudet *Pterococcis* prorsus alieno. Primo obtutu *Call. Muricem* in memoriam revocat, quam ob rem statim post eum hic recensetur.

Hab. In collibus arenosis exaridis Kok-djidä vocatis ad fluv. Emba, raro; 28 Aug. 1857.

---

1) Cfr. *Call. anfractuosum* Bunge et *horridum m.*, in sectione prima recensita.

Sect. IV. **Calliphysa** Endl. gen. p. 308.

Calliphysa (genus) Fisch. et Mey. index sem. hort. Petrop. 1835. p. 24. — Ledeb. Flor. Ross. 3. p. 495. — Dec. Prodr. XIV. p. 30.

Caryopsis recta, elliptica, apice longe producta. Costae 4 latissimae, medio obsolete carinatae. Setae 12-seriatae creberrimae, capillares, molles, apicibus parum dilatatis cum membrana tenui, caryopsiden undique vesicae instar involvente concretis eamque suffulcientibus.

20. *Calligonum Calliphysa* Bunge delect. sem hort. Dorpat. 1839. p. 8. — Rel. Lehmann. p. 487 (311), n. 1224.

Calliphysa juncea Fisch. et Mey. l. c. — Ledeb. Flor. Ross. 3. p. 495. — Dec. Prodr. t. XIV. p. 30.

(Tab. III. Fig. 16—16e.)

Hab. Ad pedem planitiei elevatae exaridae Ust-Ürt, secus rivulum Tschegan in argilloso-salsis, frequens; 27 Sept. 1857 (fruct. delaps.).

Fruticulus humilis, trunculo perbrevi (vix 1—2 poll.), cortice rimoso albo-lutescente; ramis plerumque prostratis, subadscendentibus, anfractis noduloso-tumidis, divaricato-ramulosis. Cortex tenuis albido-lutescens vel lacteus, nitens, epidermide exteriore decorticante, sparse lenticellatus; lenticellae minutae, punctiformes parum elevatae. Ramuli herbacei dense fasciculati, abbreviati. Folia linearia sursum dilatata, crassiuscula, 2—4 lin. longa. Ochreae amplae albo-membranaceae demum in lacinias 2—3 acuminatas fissae. Flores longiuscule pedicellati nutantes: perigonii laciniae exteriores roseo-virescentes, interiores albae. Fructus globosi v. globoso-ovales $3\frac{1}{2}$ lin. longi, $2\frac{3}{4}$—3 lin. lati; membrana vesicaeformis tenera, semipellucida, incarnato-rufescens, subnitens. — Radix primaria perpendicularis subaequalis, secundariae plures longissimae, subhorizontales, interrupte-incrassatae, tenues, epidermide exteriore membranacea, translucente, nitidissima, ferrugineo-rufa, facile secernibili.

Obs. Calliphysa polygonea Mey. in sched. Herbar. Acad. Scient. Petrop., ad lacum Balchasch a cl. Schrenck lecta, mihi mera varietas videtur, a *Call. Calliphysa:* ramis lignosis crassioribus magis anfractis, albidioribus, herbaceis: crassioribus brevioribus, magis glaucescentibus, nec non fructibus angustioribus ovalibus distincta. Formae transitoriae adsunt.

*

Tabularum explicatio.

d. a. = duplo aucta vel auctae ; m. n. = magnitudo naturalis.

Tab. I.

Fig. 1. Fructus *Call.* (*Pterococ.*) *Pallasiae*, m. n.
1a. Caryopsis abscissis alis, d. a.
1b. Eadem demto perigonio, d. a.
1c. Eadem longitudinaliter secta, d. a.
Fig. 2. Fructus *Call.* (*Pteroc.*) *rubicundi var.*, m. n.
2a. Caryopsis abscissis alis, d. a.
2b. Eadem demto perigonio, d. a.
2c. Caryopsidis sectio longitudinalis, d. a.
2d. » » transversalis, d. a.
Fig. 3. Fructus *Call.* (*Pteroc.*) *Aralensis*, m. n.
3a. Caryopsis demtis alis, d. a.
3b. Eadem transversim secta, d. a.
3'. Fructus *Call.* (*Pteroc.*) *leucocladi*, m. n.
Fig. 4. Fructus *Call.* (*Pteroc.*) *flavidi var.*, m. n.
4a. Caryopsis demtis alis, d. a.
4b. » transversim secta, d. a.
Fig. 5. Fructus *Call.* (*Pteroc.*) *acanthopteri*, m. n.
5a. Caryopsis abscissis alis, d. a.
5b. Eadem transversim secta, d. a.
5c. Alae abscissae (facies postica), d. a.
5d. » » » (antica), d. a.
5e. Appendiculus setosus ex alarum facie antica 15^{ies} auctus.
Fig. 6. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *Rotulae*, m. n.
6a. Idem desuper visus, m. n.
6b. Idem subtus visus, m. n.
6c. Caryopsis demtis alis, m. n.
6d. Pars alae, a facie postica visa, d. a.
6f. 6g. } Setae ex alarum facie antica, 15^{ies} a.
6g. Caryopsidis sectio transversalis, 5^{ies} auct.

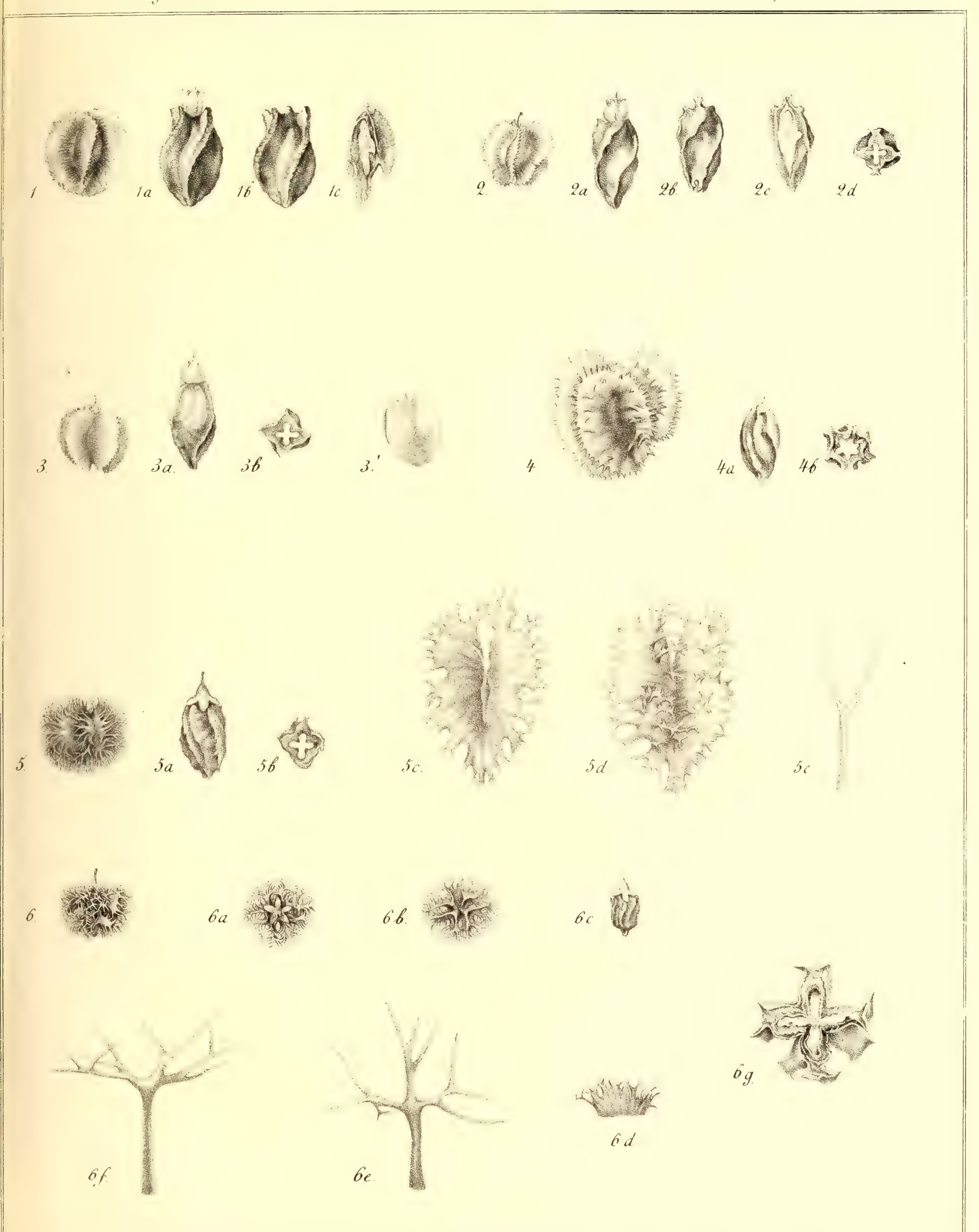
Tab. II.

Fig. 7. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *macrocarpi*, m. n.
7a. Caryopsis, d. a.
7b. Ejusdem sectio transversalis, d. a.
7c. Portio alae in setas abeuntis, 15^{ies} auct.
Fig. 8. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *densi*, m. n.
8a. Caryopsis, d. a.
8b. Eadem demtis alis et perigonio, d. a.
8c. Caryopsidis sectio longitudinalis, d. a.
8d. » » transversalis, d. a.
8e. 8f. } Setae in acie alarum insidentes, 15^{ies} auctae.
Fig. 9. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *platyacanthi*, m. n.
9a. Caryopsis demtis alis rudimentariis, d. a.
9b. Ejusdem sectio transversalis, d. a.
9c. Portio alae e setis contextae, setarumque ramificationes, 15^{ies} auctae.
Fig. 10. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *colubrini*, m. n.
10a. Caryopsis, d. a.
10b. Ejusd. sectio transversalis, d. a.
10c. Seta abscissa, 15^{ies} aucta.
Fig. 11. Fructus *Call.* (*Pterygob.*) *erinacei*, m. n.
11a. Caryopsis.
11b. Ejusdem sectio transversalis.
11c. Seta abscissa, 15^{ies} aucta.

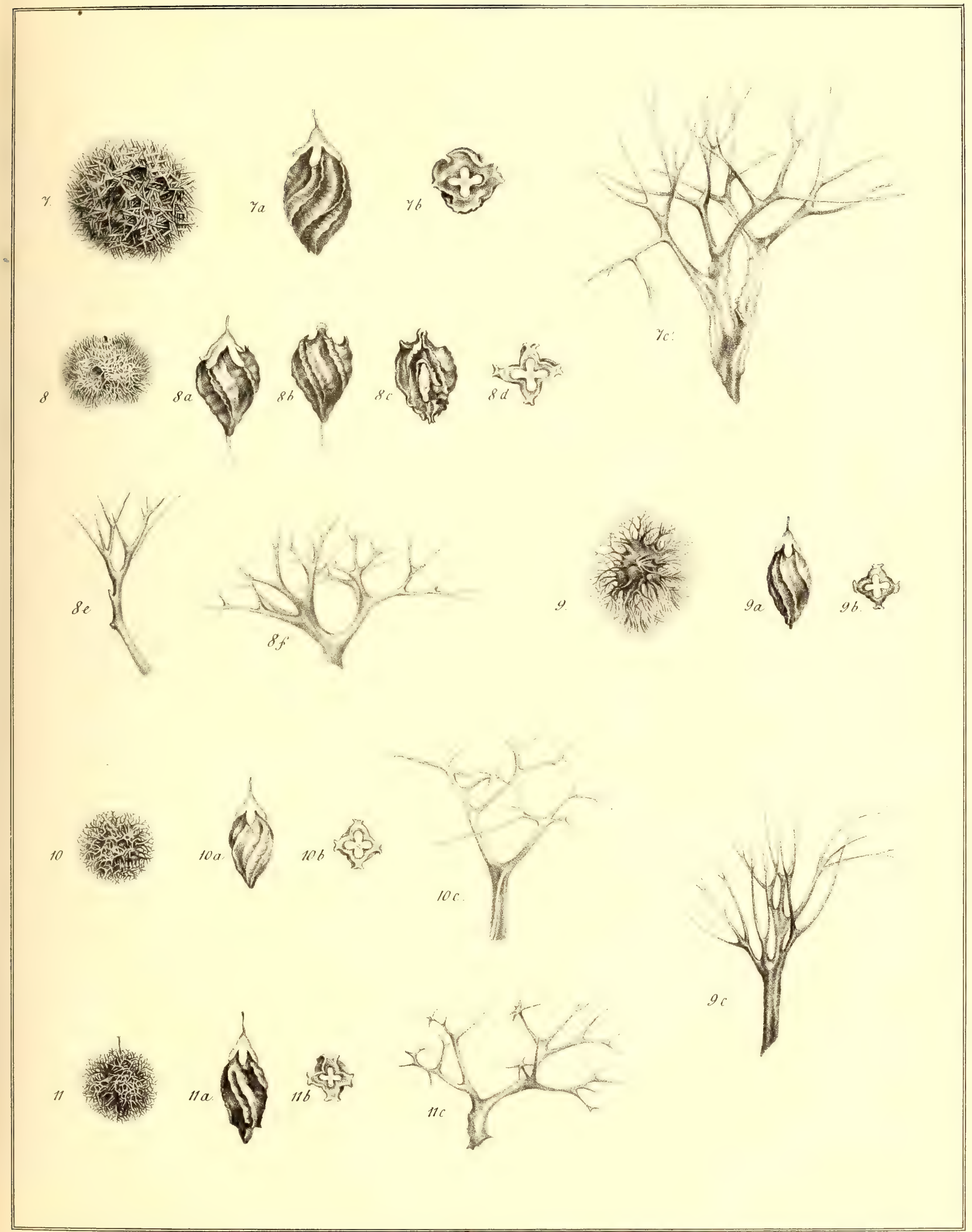
Tab. III.

Fig. 12. Fruct. *Call. Caput. Medusae var.*, m. n.
12a. Caryopsis abscissis setis, d. a.
12b. » » » et demto perigonio, d. a.

Fig. 12c. Ejusdem sectio longitudinalis, d. a.
12d. » » transversalis, d. a.
12e. Seta 15^{ies} aucta.
Fig. 13. Fructus *Call. eriopodi*, m. n.
13a. Caryopsis demtis setis, d. a.
13b. Ejusdem sectio transversalis, d. a.
13c. Pedicellus et perigonium, 10^{ies} auct.
13d. Seta 15^{ies} aucta.
Fig. 14. Fructus *Call. microcarpi*, m. n.
14a. Caryopsis, d. a.
14b. Eadem transversim secta, d. a.
14c. Seta 15^{ies} aucta.
Fig. 15. Fructus *Call. Muricis*, m. n.
15a. Caryopsis setis destituta, d. a.
Fig. 15b. Eadem demto perigonio, d. a.
15c. Eadem longitudinaliter secta, d. a.
15d. 15e. } Setae 15^{ies} auctae.
Fig. 16. Fructus *Call. Calliphysae*, m. n.
16a. Caryopsis demto tegmento celluloso vesicaeformi, d. a.
16b. Seta abscissa, 26^{ies} aucta.
16c. Caryopsis transversim secta.
16d. Pars tegmenti cellulosi, a facie interiore visa, cum apicibus setarum illi adhaerentibus, 26^{ies} aucta.
16e. Caryopsis longitudinaliter secta, bis aucta.

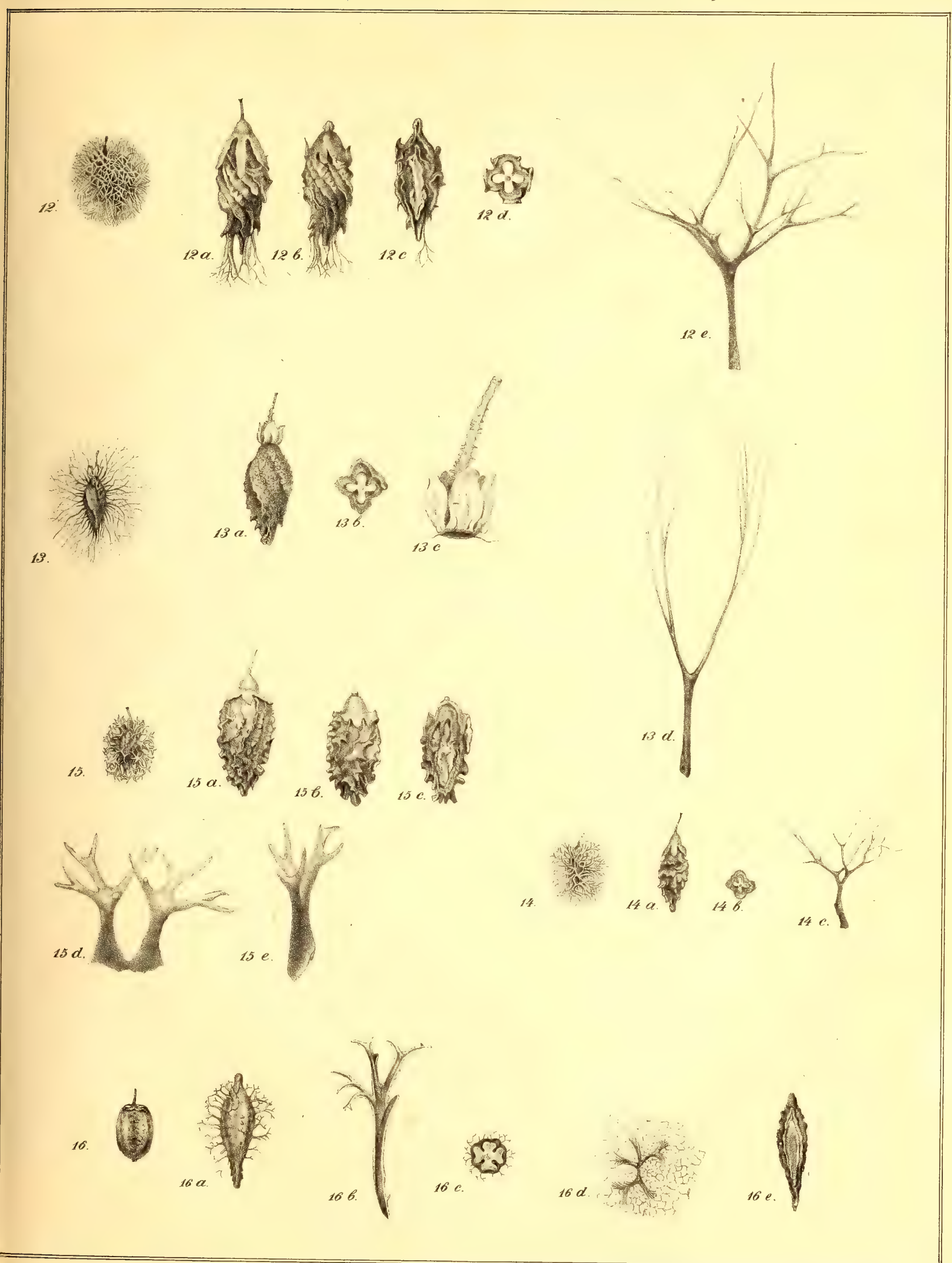


E. Owsiannikow fecit. Imp. Lith. de A. Münster.



E. Ovsiannikow fecit.

Imp. Lith. de A. Münster.



E. Ovsiannikow fec.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIe SÉRIE.

Tome III, N° 2.

DIE

SUPERNUMERÄREN BRUSTMUSKELN DES MENSCHEN.

Von

Dr. med. et chir. **Wenzel Gruber.**

(Mit 2 Tafeln.)

Der Akademie vorgelegt am 1. Juni 1860.

St. PETERSBURG, 1860.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 40 Kop. = 13 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
K. Vesselofski, beständiger Secretär.
Im Juli 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

DIE

SUPERNUMERÄREN BRUSTMUSKELN DES MENSCHEN

von

Wenzel Gruber.

Bei meinen Untersuchungen über die Oberschulterhakenschleimbeutel und die *Fascia coraco-clavi-costalis* entdeckte ich *drei neue supernumeräre Brustmuskeln.* Ich habe nach ihrer Entdeckung auf ihr Vorkommen Untersuchungen geflissentlich angestellt, und habe sie auch zu wiederholten Malen gefunden. Ich nenne den einen: *Musculus sterno-clavicularis anticus* s. praeclavicularis; den anderen: *M. pectoralis minimus;* den dritten: *M. tensor semivaginae articulationis humero-scapularis.*

Ich habe aber auch die bekannten *supernumerären Brustmuskeln*, mit Ausnahme eines einzigen, der bis jetzt überhaupt nur einmal gesehen wurde, angetroffen und zwar meistens in einer Anzahl, in der sie nicht leicht einem anderen *Anatomen* vorgekommen sein dürften. Ich kann auch über letztere manches Neue mittheilen.

Diess wird genügen, um gerechtfertigt zu sein, wenn ich nicht nur über die drei neuen, sondern, zur Erzielung eines Ganzen, überhaupt über alle *selbstständigen supernumerären oberflächlichen Brustmuskeln* eine Monographie liefere.

Nicht nur über die neuen *Muskeln*, sondern auch über besondere *Varietäten* der *bekannten*, mit Ausnahme des *M. sterno-clavicularis posticus*, habe ich Abbildungen beigegeben.

Musculi sterno-claviculares.

Musculus sterno-clavicularis anticus s. praeclavicularis. — Gruber.

(Tab. I. Fig. 1—3.)

Ein länglich vierseitiger; oder spindelförmiger an einem oder beiden Enden in eine platte, bandförmige Sehne ausgezogener Muskel.

Er ist 5 cent. 4 mm., oder 7 cent. oder 13 cent. 5 mm. lang; am Fleischtheile 5 — 14 mm. breit, an seiner an einem oder an beiden Enden befindlichen, 2 cent. 8 mm. — 3 cent. langen Sehne 1—5 mm. breit; am Fleischtheile $1\frac{1}{2}$—7 mm. dick.

Derselbe liegt theils in der *Sternal-*, theils und vorzugsweise in der *Infraclavicular-Region*, unter und vor der *Capsula sterno-clavicularis*, unter dem Sternalende und unter dem vorderen unteren Rande des Schlüsselbeines bis zur Mitte oder selbst zum äussersten Fünftel seiner Länge lateralwärts, über und vor dem Knorpel der ersten Rippe, von allen durch Fett und Bindegewebe, oder doch durch letzteres, geschieden, zwischen dem *M. pectoralis major* und dem *M. subclavius*, vor und über dem letzteren in der Strecke eines Theiles oder der Gränze seines Verlaufes. So lange er im Bereiche des *M. pectoralis major* verläuft, liegt er unter demselben bald völlig, bald nur theilweise versteckt. Im letzteren Falle wird sein Ursprung im mehr oder weniger weiten *Sulcus* zwischen der *Clavicular-* und *Sternocostalportion* in der Sternalregion sichtbar und daselbst von der Haut und *Fascia superficialis* zugedeckt. Der Muskel kann so lang werden, dass seine *Insertionssehne* durch die *Fossa infraclavicularis* bis unter die *Clavicularportion* des *M. deltoideus* sich erstreckt.

In dem Falle mit länglich vierseitiger Gestalt (Fig. 1. a.) entspringt er ab- und lateralwärts vom Ursprunge des Sternalkopfes des *M. sternocleidomastoideus* von der Mitte der vorderen Fläche der Seitenhälfte des *Manubrium sterni* sehnig-fleischig in einer Höhe von 2 cent. und in einer Breite von 14 mm. Er dringt dann in den *Sulcus* zwischen der *Clavicular-* und *Sternocostalportion*, um unter erstere zu gelangen. Er steigt in schiefer Richtung auf- und lateralwärts zum Schlüsselbeine empor, um dasselbe 2 cent. lateralwärts von seinem Sternalende zu erreichen. Er inserirt sich in einer Länge von 5 cent. 4 mm. (und zwar davon mit dem inneren $\frac{1}{4}$ fleischig-sehnig, mit den anderen $\frac{3}{4}$ schmal-sehnig) an den vorderen unteren Rand des Schlüsselbeines bis zur Mitte seiner Länge, oder an die untere Kante der Ursprungsfläche für den *M. pectoralis major* bis 14 mm. von deren lateralem Ende und 7 mm. vor dem Ansatze des *M. subclavius* an den *Sulcus clavicularis* der unteren Fläche des Schlüsselbeines. In dem Falle mit spindelförmiger Gestalt, aber einer 3 cent. langen Sehne nur am Claviculareende, (Fig. 2. a.) bei einem 12—15-jährigen Knaben entspringt er ab- und vorwärts des Ursprunges des Sternalkopfes des *M. sterno-cleido-mastoideus*, im Beginne des *Sulcus* zwischen der *Clavicular-* und *Sternocostalportion* des *M. pectoralis major*, von der vorderen Fläche des *Manubrium sterni* unter den oberen $\frac{3}{8}$ seiner Höhe, in querer Richtung und 1 cent. lang, von der Medianlinie bis 6 mm. vor der Verbindung des *Manubrium sterni* mit dem ersten Rippenknorpel lateralwärts, und mit einigen Bündeln von der *Capsula sterno-clavicularis* fleischig-sehnig. Er verläuft, von der *Clavicularportion* des *M. pectoralis major* bedeckt, in etwas schiefer Richtung zum Schlüsselbeine auf- und lateralwärts. 2 cent. auswärts vom Sternalende des letzteren geht er in eine schmale, platte, bandförmige Sehne über, mit der er sich in der Mitte der Länge des Schlüsselbeines am vorderen unteren Rande und theilweise an der vorderen und unteren Fläche desselben, $\frac{1}{2}$ cent. vor der Insertion des *M. subclavius*, im *Periosteum* ver-

liert. In dem Falle mit spindelförmiger Gestalt, aber einer 2 cent. 8 mm. langen, platten bandförmigen Sehne an jedem Ende (Fig. 3. a.) entspringt er ebenfalls ab- und lateralwärts vom Ursprunge des Sternalkopfes des *M. sternocleidomastoideus* vom *Manubrium sterni* vor der unteren lateralen Hälfte des vorderen Randes der *Incisura clavicularis* und 9 mm. von der Vereinigung des *Manubrium sterni* mit dem ersten Rippenknorpel median- und aufwärts mit einer 4 mm. breiten und 2 cent. 8 mm. langen, bandförmigen Sehne (α). Er verläuft knapp nnter der *Capsula sterno-clavicularis* und dem vorderen unteren Rande des Schlüsselbeines, von beiden geschieden, quer bis zum äussersten Fünftel der Länge des Schlüsselbeines bis über dem *Processus coracoideus* des Schulterblattes nach aussen. Er inserirt sich mit einer 5 mm. breiten und 2 cent. 8 mm. langen, bandförmigen Sehne (β) in einer Länge von 14 mm. an den vorderen Rand der *Acromialportion* des Schlüsselbeines bis 2 cent. 8 mm. vom *Acromialrande* entfernt, unter dem Ursprunge der *Clavicularportion* des *M. deltoideus* oder an die vordere untere Kante der Ursprungsfläche dieses Muskels an das Schlüsselbein. Vor der Insertion gab die Sehne ein Bündel ab (γ), welches das oberflächliche Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria* verstärkte und in zwei Fascikelchen getheilt, theils im *Lig. coraco-acromiale*, theils im *Lig. trapezoideum* sich verlor.

Ich habe diesen Muskel bis jetzt nur dreimal, bei zwei Männern an der linken Seite und einem 12—15-jährigen Knaben an der rechten Seite gesehen. Ich musste nach seiner Entdeckung 122 Kadaver untersuchen, um denselben zweimal wieder zu finden. Erst unter 40 Kadavern ist er sonach einmal zu erwarten.

Vom *M. subclavius* und *M. sterno-clavicularis superior s. supraclavicularis* ist er durchaus geschieden und verschieden. Auch kann er nicht gleich bedeutend sein mit dem Muskel, den Theile[1]) in einem Falle von dem vorderen Rande des Schlüsselbeines diesseits der Mitte entspringen und durch eine Sehne an den Knorpel der ersten Rippe befestigen sah.

Der Muskel scheint nur die Wirkung zu haben, das Schlüsselbein fester in die Brustbeinpfanne hineinzudrücken, und die vordere untere Wand der *Capsula sterno-clavicularis* gleichzeitig zu spannen.

Musculus sterno-clavicularis superior s. supraclavicularis. — Haller. —

(Tab. 1. Fig. 4.)

A. Haller (1766)[2]) spricht in folgender Stelle von zwei *M. subclavii*: »*Vidi omnino duos subclavios fuisse, quorum alter vulgo descriptam fabricam retineret, alter novus prodiret nondum a media claviculae sede inferiori, qua conflectitur inque sternum ejusque primi ossis faciem posteriorem superiorem, super summam musculi pectoralis originem se immitteret.*« Es scheint dass Haller mit dem neuen *Subclavius*, der freilich ungenau beschrieben ist, den 90 Jahre

1) S. Th. v. Sömmerring, Lehre von den Muskeln. Bd. III. Abth. I. Leipzig. 1841. p. 192.

2) Elem. physiol. Tom. III. Lausannae 1766. 4⁰ p. 46. De part. corp. hum. praecep. fabrica et functionibus. Tom. VI. Bernae et Lausannae. 1778. 8⁰. p. 77.

*

später von Luschka entdeckten *M. supraclavicularis* gemeint habe, was auch Henle annimmt. Dass Haller's neuer *Subclavius* nicht der *M. praeclâvicularis* sein könne, leuchtet sicher aus der Verschiedenheit der Insertion beider Muskeln ein.

H. Luschka (1856)[1]) beschrieb ihn nach 3 Fällen (bei Männern zweimal einerseits, einmal beiderseits vorgekommen) als *M. supraclavicularis* und bildet ihn ab. Zu diesen drei Fällen fand er später noch 4 hinzu. Der Muskel hatte eine spindelähnliche Gestalt und war ein gefiederter. Er hatte seine Lage auf dem oberen Winkel des Schlüsselbeines so, dass er einen Theil der vorderen und besonders der hinteren Fläche bedeckt. Die Länge des Muskels war = der halben Länge der *Clavicula*, die Dicke betrug 7 mm. Der Muskel entsprang von der Mitte des Schlüsselbeines an in einer Länge von $3\frac{1}{2}$ cent. völlig fleischig, verlief über das Sternalende des Schlüsselbeines und das vordere Faserband des Brustschlüsselbeingelenks hinweg und verlor sich mit seiner $1\frac{1}{2}$ cent. langen Sehne hart unter dem *Lig. interclaviculare* in der vorderen Faserhaut des Brustbeinhandgriffes fleischig-sehnig. Luschka erscheint es gedenkbar, dass der Muskel mit den *Ossa suprasternalia* in Beziehung gebracht werden könne.

A. Retzius (1856)[2]) beschrieb und bildete denselben Muskel ab nach einem Falle, den er an der Leiche eines Arbeiters von mittleren Jahren an der linken Seite beobachtete. Der Muskel entsprang am Ende des äusseren Drittels der linken *Clavicula*, war ganz schmal und etwas platt, lag über dem vorderen Rande des Schlüsselbeines und ging in eine platte Sehne über, welche sich theils an der vorderen Seite des *Kapselligamentes*, theils an der Vorderseite des *Manubrium sterni* gleich innerhalb des Gelenkrandes festsetzte.

Henle[3]) sah denselben Muskel in einem Falle ausser vom *Manubrium sterni* auch mit einem platten, sehnigen Fascikel aus der Sehne des medialen Kopfes des *M. sterno cleidomastoideus* entstehen.

J. Hyrtl[4]) fand diesen Muskel, den er *Sterno-clavicularis* nennt, unter 83 Leichen an 6, an 5 männlichen und einer weiblichen. Davon an 4 (dreimal beiderseitig, einmal linkseitig) sah er ihn in der von Luschka angegebenen Form, an 2 aber als neue *Varianten* desselben. Die erste *Variante*, welche zwei an ihren Insertionssehnen zu einer *medianen* unpaaren *Tendo* verschmolzene Muskel darstellt (Fig. 1. a. b.), sah er an der Leiche eines 30-jährigen Maurers. Von der *Fascia* der Handhabe des Brustbeines über der Fuge zwischen dieser und dem Körper entsprang ein tendinöser Streifen, der in der Breite von 2''' bis zur *Incisura jugularis sterni* aufstieg und hier in zwei divergirende, fast in transversaler Richtung nach rechts und links ablenkende Schenkel sich theilte, die bald fleischig

1) Ein M. suproclavicularis b. M. — Müllers Archiv 1856. H. III. p. 282. —

2) Schmidt's Jahrb. d. Medizin. Jahrg. 1858, No. 5. p. 151. (Hygiea Bd. 18. p. 649.) Anatomiska iakttagelser. Artik. 1. Om nyckelbens-musklerna och särskildt om förekommande af en musculus supraclavicularis p. 1—4. Fig. 1. f. — Besond. Abdruck a. d. Hygiea. Stockholm, 1856. —

3) Handbuch der Muskellehre d. Menschen. Braunschweig 1858. p. 95

4) Zwei Varianten des M. sterno-clavicularis. — Sitzungsberichte der math.-naturwiss. Classe d. Kaiserl. Akademie der Wiss. Bd. XXIX. Wien 1858. p. 265. Fig. 1., 2.

wurden. Jedes der rundlich strangförmigen, 2''' dicken Muskelbündel, übersetzte das *Sterno-Claviculargelenk*, damit nur lose zusammenhängend, und endigte hinter dem Schlüsselbeinkopf des Kopfnickers an der oberen Firste der *Extremitas sternalis*, indem sein Ende bis zum Beginne des zweiten Viertels der Knochenlänge nach auswärts reichte. Die zweite *Variante* (Fig. 2. a.) lässt sich nach H. aus der ersten durch Wegfall der medianen Ursprungssehne und durch bogenförmige Verschmelzung der fleischigen Flügel ableiten. Er nennt sie ***M. interclavicularis.*** Dieser ist ein flacher, querer Muskelstreifen, der beide Schlüsselbeinenden mit einander vereinigt, vor und auf dem *Lig. interclaviculare* über dem oberen Rande des *Manubrium sterni* gelagert ist, und jederseits an jenem Theile der Kapselwand, welcher zwischen dem *Lig. sternoclaviculare* und *interclaviculare* zu Tage liegt, und mit dem Zwischenknorpel des Gelenkes sehr innig verwachsen ist. Dieser Muskel soll nach H. bei *Myogale* auf höchst constante Weise vorkommen. Er fand nämlich bei drei Exemplaren von *Myogale pyrenaica* und einem Exemplare von *Myogale moschata* einen über dem *Manubrium sterni* quer weglaufenden Muskel, welcher vor den Schlüsselbeinen über ihr äusserstes Ende hinaus sich erstreckt, und mit den obersten Bündeln des *Pectoralis major*, dicht an ihrer Anheftungsstelle am Oberarmbein, verschmilzt. Trotzdem dieser Muskel mit den Schlüsselbeinen in keiner Verbindung steht und bei *M. moschata* von H. als ein Theil des *Pectoralis major*, welcher, seinen Ursprung am *Sternum* verlierend, mit dem gegenseitigen zu einer queren Fleischportion zusammenwuchs, angesehen wird; wird von H. dennoch an eine Aehnlichkeit dieses mit dem *M. interclavicularis* des Menschen geglaubt, und dieser und aus demselben der *M. sterno-clavicularis* (*superior*) selbst als eine Thierbildung erklärt. — Diese von Hyrtl aufgestellte Deutung halte ich für *total* verfehlt. Bei *Myogale moschata*, wovon 5 Exemplare vor mir liegen, entspringt der *M. pectoralis major* mit keiner *Portion* von dem Schlüsselbeine. Die äusserste, oberste beim Menschen und manchen Thieren von daher kommende *Portion* (*Portio clavicularis*) scheint aber trotzdem vorhanden zu sein, aber, anstatt an das Schlüsselbein sich zu inseriren, als ein 5—6 millm. ja in der *Medianlinie* bis 1 cent. breiter und $1\frac{1}{2}$—2 mm. dicker Muskelstreifen über (vor) dem oberen (vorderen) Brustbeinende in die entsprechende *Portion* des gegenseitigen *M. pectoralis major* überzugehen. Am Uebergange des einen Bündels in das andere ist eine feine sehnige Linie zu sehen, die von der Brustbeinspitze *vertikal* aufwärts steigt. Sie liegt vor (unter) den Ursprungsköpfen beider *MM. sterno-cleidomastoidei.* Von dem übrigen *M. pectoralis major* ist sie auch gegen das Brustbein hin gar nicht geschieden, und hat auf irgend eine Selbstständigkeit gar keinen Anspruch. Bei *Myogale pyrenaica*, wovon mir leider kein *Exemplar* zu Gebote steht, dürfte das Verhalten kaum ein davon wesentlich verschiedenes sein. Wenn aber der *M. sterno-clavicularis superior s. supraclavicularis* beim Menschen mit dem Brustbeine und dem Schlüsselbeine, oder doch mit dem letzteren, in Verbindung steht, und hinter den Ursprungsköpfen der *MM. sterno-cleidomastoidei* liegt; während das Muskelbündel bei *Myogale*, welches beiden *MM. pectorales majores* angehört, vielleicht deren mit einander ver-

einigte *Clavicularportionen repräsentirt*, also kein selbstständiger Muskel ist, weder mit dem Brustbein noch mit dem Schlüsselbein zusammenhängt, auch vor den Ursprungsköpfen der *MM sterno-cleidomastoidei* liegt: so kann zwischen jenem Muskel beim Menschen und diesem den *Mm. pectorales majores* angehörigen Bündel bei *Myogale* bestimmt gar keine *Analogie* existiren. Das *Analogon* des *M. sterno-clavicularis superior s. supraclavicularis* beim Menschen ist somit noch bei den Thieren zu entdecken.

Unter 100 Kadavern, die ich nach dem Schlusse der *Präparir*übungen i. J. 1860 vom 29. März bis 4. Mai zur Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens *supernumerärer* Brustmuskeln untersuchte, fand ich den *M. sterno-clavicularis superior* an 5 (bei vier Männern und einem Knaben) und zwar zweimal beiderseitig, zweimal rechtseitig und einmal linkseitig. Sein Vorkommen zum Mangel nach *Kadaverzahl* verhielt sich somit, wie 5 : 95 = 1 : 19; nach *Seitenzahl* wie 7 : 193 = 1 : 27,571. Man kann den Muskel daher unter 20 Kadavern und 28 — 29 Seiten einmal erwarten. Er kommt etwa so häufig wie der *M. sternalis* vor.

Der Muskel hatte fast in jedem Falle eine andere Gestalt. Er kam länglich dreieckig, länglich vierseitig, bandförmig, platt spindelförmig, rundlich strangförmig vor. Einmal war er zu einer dreieckigen, dünnen *Membran* verkümmert, die nur in der Mitte fleischig, sonst grösstentheils sehnig war (*a'*). Im ausgebildetsten Zustande hatte er eine dreieckige Gestalt. Dabei hatte er, bald am Ursprungs-, bald am *Insertions*ende, bald an beiden zugleich, eine längere Sehne; oder hatte an beiden Enden Mangel daran, entsprang und inserirte sich fleischig-sehnig. In der Form, in welcher er von Luschka angegeben ist, sah ich ihn einmal.

Seine Länge *variirte* von 2 cent. 7 mm. bis 6 cent. 7 mm., wovon auf die Sehne in den vier Fällen mit einer solchen an nur einem Ende 2 cent. bis 2 cent. 7 mm., und in zwei Fällen mit Sehnen an beiden Enden $^2/_3$—$^3/_4$ seiner Länge auf diese kamen. Seine Breite *variirte* von 1 mm. — 1 cent. 8 mm. Seine Dicke *variirte* von der einer dünnen *Membran* bis $4^1/_2$ mm.

Der Muskel entsprang vom *Manubrium sterni* hinter und über dem Ursprunge der *Sternalportion* des *M. sternocleidomastoideus* von der inneren oberen Hälfte des vorderen Randes der *Incisura clavicularis* mit einer 2 — 9 mm. breiten, platten Sehne; oder 7 mm. breit sehnig-fleischig; oder von dieser ganzen Hälfte des vorderen Randes und von der *Incisura semilunaris* bis zu deren Mitte, 7 — 9 mm. vor dem *Lig. interclaviculare*, selbst 1 cent. 8 mm. breit, und ganz fleischig (*a*). Er stieg von da vor oder über der *Capsula sterno-clavicularis* zur oberen Fläche des *Sternalrandes* des Schlüsselbeines nach auf- und auswärts, verlief zuerst auf dieser oberen Fläche, dann hinter der *Clavicularportion* des *M. sternocleidomastoideus* auch auf dem oberen hinteren Winkel und theilweise auf der hinteren Fläche des Schlüsselbeines bis zum Beginne des zweiten Fünftels, Viertels, Drittels oder zum Beginne des dritten Fünftels lateral- und etwas rückwärts. Er inserirte sich an den oberen, hinteren Winkel des Schlüsselbeines, theilweise auch an dessen obere und besonders dessen

hintere Fläche bald mit einer Sehne, bald sehnig-fleischig, bald ganz fleischig nur einige *Millimeter* breit oder in einer Länge von $4\frac{1}{2}$ mm. — 3 cent. von dem *Sternalende* des Schlüsselbeines 1 cent. — 2 cent. 7 mm. auswärts. Von der *Capsula sterno-clavicularis* entstand er nur in einem Falle mit einem Theile seiner Sehne, sonst war er davon durch Bindegewebe und Fett geschieden. Auch lag er über dem Schlüsselbeine, in der angegebenen Strecke bis zu seiner *Insertion* nur lose am *Periost.*

Seine Breite und Dicke nahmen vom Ursprunge zur *Insertion* bald zu, bald ab; bald blieb sie sich gleich; oder dieselben nahmen von seiner Mitte aus bald zu, bald ab.

Er scheint eine ähnliche Wirkung zu haben, wie der vorhergehende.

Musculus sterno-clavicularis posticus s. retroclavicularis. — Mich. Joh. Weber. —

Hierher gehört der Muskel den M. J. Weber (1839)[1]) in einem Falle beobachtete und als *Varietät* des *M. triangularis sterni* ansah. Der Muskel war ziemlich stark, halbkreisförmig und platt, entsprang von der hinteren Fläche des *Manubrium sterni* und verlief zu den hinteren Flächen der Brustbeinenden beider Schlüsselbeine.

Er scheint auf eine ähnliche Weise, wie die vorherbeschriebenen, zu wirken.

Musculus pectoralis minimus.

(s. subclavius anticus?) — Gruber. —

(Tab. I. Fig. 5.)

Ein bandförmiger, platt rundlicher Muskel (*a*), der bis 11 cent. lang, bis 1 cent breit und bis 5 mm. dick ist.

Derselbe liegt bedeckt vom *M. pectoralis major*, zwischen diesem und der *Fascia coraco-clavicularis sens. lat.* in einer zelligen Scheide an der oberen Grenze des *Trigonum clavipectorale* unter dem Schlüsselbeine vor dem *M. subclavius.*

Er entspringt fleischig-sehnig von der Mitte des Knorpels der ersten Rippe vor und unter dem Ursprunge des *M. subclavius.* Verläuft unter dem Schlüsselbeine quer nach aussen zum *Processus coracoideus*, indem er bis zur Mitte der Länge des Schlüsselbeines auf der *Vagina* des *M. subclavius*, jenseits dieser Mitte auf der *Fascia coraco-clavicularis sens. strict. s. propria* (*f*) liegt 2 — 5 cent. vor seinem Ende geht er in eine breite, *membranartige*, aber starke Sehne über. Diese Sehne inserirte sich mit dem vorderen, 6 mm. breiten, starken Bündel an den oberen Rand der *medialen* Fläche des *Processus coracoideus* und an diese Fläche selbst, über dem tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* hinter der Sehne des *M. pectoralis minor* und vorn theilweise unter derselben mit dem hinteren

1) Handbuch der Anatomie d. m. Körpers. Bd. I. Bonn, 1839. p. 360.

bald nur schmalen (1 — 2 mm. breiten), bald viel breiteren Bündel verlor sie sich auf dem oberflächlichen Blatte dieser *Fascie* und im *Lig. trapezoideum.*

Ich fand diesen Muskel im September 1859 in zwei Fällen, bei einem 29-jährigen Manne beiderseitig und bei einem 50-jährigen Manne rechtseitig. Ob ein dritter Fall, der an demselben Tage, an welchen ich den zweiten Fall fand, an der linken Schulter eines 13-jährigen Knaben vorkam, welche mein Assistent Heppner zu einer meiner Vorlesungen präparirte, hierher oder zum *M. sterno-clavicularis anticus* oder zu keinem von beiden gehöre, ist zweifelhaft. Da die Schulter bereits vom Rumpfe getrennt war, so konnte der eigentliche Ursprung des Muskels nicht mehr ausgemittelt werden. Die starke *membranartige* 5 cent. lange und $^1/_2$ cent. breite Sehne verschmolz mit dem *Lig. coraco-acromiale* und setzte sich mit einem Bündel in das *Lig. trapezoideum* fort. Eine solche *Insertion* passt aber weder für den einen noch für den anderen Muskel. Ich habe seit seiner Auffindung mehr als 150 *Kadaver* auf sein Vorkommen untersucht, habe ihn aber nicht wieder angetroffen.

Ph. A. Böhmer[1]) hat einen an der rechten Seite eines weiblichen *Kadavers* beobachteten *Subclavius* der am Ursprunge und am Ansatze getheilt, am Körper aber einfach war, als doppelt beschrieben.

Der angeblich überzählige vordere Muskel entsprang vom *Acromion*, geschieden von dem gewöhnlichen, der diesmal von dem Schlüsselbeine und der Wurzel des *Processus coracoideus* kam; verlief zuerst schief, dann quer; verschmolz mit dem gewöhnlichen, trennte sich aber an seinem Ende wieder von demselben und inserirte sich an den unteren Theil der ersten Rippe. Man könnte geneigt sein, die vordere Abtheilung dieses an seinen Enden verdoppelten *Subclavius* als eine unentwickeltere Form unseres Muskels anzusehen. Allein bei Berücksichtigung der *Insertion* derselben an das *Acromion* dürfte an eine *Indentität* derselben mit unserem Muskel kaum zu denken sein. Jedenfalls war ich der Erste, der diesen Muskel vor dem *M. subclavius* selbstständig auftreten sah.

Musculus scapulo-costalis minor.

(s. subclavius posticus.) — Rosenmüller. —

(Tab. II. Fig. 2.)

Rosenmüller[2]) war wohl der erste, welcher in einem Falle an der linken Seite eines Mannes im Alter von einigen dreissig Jahren mit Bestimmtheit, hinter dem *M. subclavius* einen zweiten sah und abbildete. Der gewöhnliche *Subclavius* kam von der ersten Rippe und inserirte sich an die Wurzel des *Processus coracoideus.* Ob dieser am Schlüsselbeine sich inserirt hatte, ist nicht angegeben. Der zweite kam auch von der ersten Rippe. Seine

---

1) Observ. anat. rar. fasc. Halae Magdeburgicae 1752. Fol. Praef. p. 9. No. XI.

2) Beschreibung eines doppelten Schlüsselbeinmuskels. — Isenflamm und Rosenmüller. Beitr. f. d. Zergliederungskunst. Bd. I. H. 3. Leipz. 1809. p. 375, Tab. II. g. h.

Sehne und sein Muskelkörper begleiteten den ersteren bis beinahe zu dessen Insertion an den *Processus coracoideus*. In der Nähe des *Processus coracoideus* wurde er breiter und ging in eine flache, bandartige Sehne über, welche sich dicht neben der Sehne des *M. omohyoideus* an den oberen Schulterblattrand anlegte. Beide Muskeln sollen in der gewöhnlichen Scheide des *M. subclavius* eingeschlossen gewesen sein.

R. Wagner[1]) hat diesen Muskel ebenfalls in einem Falle an der rechten Seite gesehen. Der Muskel war schlank, dünn und hatte die Stärke des *M. omohyoideus*. Er entsprang vom Knorpel der ersten Rippe neben dem Brustbeine, verlief parallel mit dem normalen *Subclavius* über und hinter ihm, und inserirte sich an die *Incisura scapulae* etwas unter dem *M. omohyoideus*.

Ich[2]) habe zwei Fälle dieses *supernumerären* Muskels, die ich an der linken Seite zweier männlicher Subjecte beobachtete, 1849 beschrieben. Der eine Fall kam zugleich mit dem normalen *Subclavius*, der andere aber bei Mangel des letzteren Muskels vor, was meines Wissens bis dahin noch nicht gesehen worden war.

Seit dieser Zeit sind mir noch drei Fälle vorgekommen, unter denen in einem der normale *Subclavius* zugegen war, in den beiden anderen aber wieder letzterer mangelte. Auch diese drei Fälle des *supernumerären* Muskels fanden sich bei Männern und nur an der linken Seite vor, während derselbe auf der rechten Seite fehlte. Den ersten Fall, bei dem zugleich der normale *Subclavius* zugegen war, beobachtete ich im März 1856 bei den *Präparirübungen*. Der *supernumeräre* Muskel war länglich dreieckig, platt. Er entsprang vom oberen Schulterblattrande neben der *Incisura scapulae*, verlief hinter dem Schlüsselbeine, davon durch eine lange, schmale, dreieckige Lücke geschieden, vor den *Vasa subclavia* und über den *Vasa transversalia scapulae* und dem *Nervus suprascapularis*, und endigte in eine schmale rundliche Sehne, die sich an die *Capsula sterno-clavicularis* inserirte. Den zweiten Fall (Fig. 1. a), der bei Mangel des normalen *Subclavius* vorkam, sah ich im Oktober 1859 bei meinen Untersuchungen über die *Bursae mucosae supracoracoideae*. Der *supernumeräre* Muskel war länglich, dreieckig, platt, $14\frac{1}{2}$ — 15 cent. lang. Er entsprang mit seiner schmalen $4\frac{1}{2}$ — 5 cent. langen Sehne, welche mit dem *Lig. costo-claviculare* zusammenhing, vom Knorpel der ersten Rippe dort, wo sonst der normale *Subclavius* entsteht, verlief zuerst unter dem inneren Viertel des Schlüsselbeines hinter demselben, davon durch eine lange, schmale, dreieckige Lücke geschieden, vor den *Vasa subclavia* und dem *Plexus nerv. axillaris* nach aus- und rückwärts zum oberen Schulterblattrande, um sich daselbst 8 mm. hinter der *Incisura scapulae* in einer Breite von 2 cent. — 2 cent. 2 mm. fleischig zu inseriren. Den dritten Fall, der auch bei Mangel des gewöhnlichen *Subclavius* vorkam, sah ich im April 1860 bei einem aus jenen 100 Kadavern, die ich in jüngster Zeit, unter

1) Beobachtungen ursprüngl. Bildungsabweichungen mit Nachweisungen ihres Verhältnisses zur Entwickelungsgeschichte und zum Thierreiche. — Heusinger's Zeitschrift f. organ. Physik. Bd. III. Eisenach 1833. p. 335. d.

2) Neue Anomalien. Mit 7 Taf. Berl. 1849. 4⁰. p. 19.

Anderen, zur Ausmittelung der Häufigkeit des Vorkommens *supernumerärer* Brustmuskeln geflissentlich untersucht hatte. Der *supernumeräre* Muskel war bandförmig, platt, $13\frac{1}{2}$ cent. lang. Er kam mit einer rundlichen, 2 mm. dicken Sehne aus dem *Lig. costo-claviculare*, und damit gemeinschaftlich vom Knorpel der ersten Rippe, verlief auf dieselbe Weise wie der des vorhergehenden Falles und inserirte sich mit seinem 14 mm. breiten Fleischkörper an die Mitte des oberen Schulterblattrandes.

In allen von mir gesehenen 5 Fällen stand der *supernumeräre* Muskel mit dem Schlüsselbeine in keiner Verbindung, und hatte, nicht nur in den Fällen mit Mangel des normalen *Subclavius*, sondern auch in jenen mit Vorkommen des letzteren, seine eigene Scheide. Diese Scheide war von der für den *normalen Subclavius* oder in den Fällen, wo dieser fehlte, von der *Fascia coraco-clavicularis*, die sich dann als solche bis zum *Lig. costo-claviculare* erstreckte, völlig geschieden. In dem Falle von Haller[1]), in dem der *M. subclavius* wie ein pures *Ligament* sich verhalten haben soll, wurde wahrscheinlich die bei Mangel des eigentlichen *Subclavius* immer vorhandene *Fascia coraco-clavicularis* unrichtig als Ersatz für den *M. subclavius* genommen.

Musculus tensor semivaginae articulationis humero-scapularis — Gruber. —

(Tab. II. Fig. 2.)

Ein länglich dreiseitiger oder länglich vierseitiger, platter Muskel, der 16 — 19 cent. lang; nach seinem Ursprunge 1 cent. 4 mm. — 4 cent., jenseits der Mitte seiner Länge 3 mm. — 1 cent. 4 mm., am Ende 1 cent. 3 mm. — 3 cent. 6 mm. breit angetroffen wurde. (a)

Derselbe liegt zwischen dem *M. pectoralis major* und *minor* beide kreuzend, quer unter dem Schlüsselbeine, davon 2 cent. 2 mm. — 2 cent. 7 mm. entfernt, in einer eigenen Scheide der *Fascia coraco-costalis.*

Er entspringt mit drei sehnig-fleischigen Zacken: vom Ende des ersten Rippenknorpels und darunter vom Rande des *Manubrium* des Brustbeines, von dem zweiten Rippenknorpel und dem Brustbeinrande und vom Rande des Brustbeinkörpers im zweiten *Intercostalraume*; oder auch nur mit zwei Zacken, wobei bald die obere, bald die untere Zacke ausfällt. Er verläuft quer nach aussen, indem er zuerst mit $\frac{4}{7}$ seiner Länge im *Trigonum clavi-pectorale* über dem *Pectoralis minor*, dann mit $\frac{3}{14}$ seiner Länge vor dem Insertionstheile dieses Muskels, endlich mit noch $\frac{3}{14}$ seiner Länge unter der Sehne dieses Muskels und bis $1\frac{1}{2}$ cent. unter der Spitze des *Processus coracoideus* vor dem vereinigten Ursprunge des *M. coracobrachialis* und *Caput breve m. bicipitis* gelagert ist. Ueber dem *M. pectoralis minor*, also noch im *Trigonum clavi-pectorale*, oder vor diesem Muskel und 5 cent. 4 mm. — 6 cent. 5 mm. von seiner *Insertion* geht er in eine *membranartige* allmählich

1) l. c.

breiter werdende Sehne über. Die Fasern dieser Sehne verlaufen zuerst quer und strahlen aber zuletzt bogenförmig in die *Semivagina articulationis humero-scapularis* aus, wie ich das tiefe Blatt der Scheide des *M. deltoideus* nenne. Die obersten reihen sich an die *Fascikel* des *Lig. coraco-acromiale* an, nur die untersten verlieren sich auch am *Collum chirurgicum humeri* im Bereiche und hinter der *Spina tuberculi majoris*, nachdem sie die zum *Sulcus intertubercularis* aufsteigenden Bündel der Sehne des *M. pectoralis major* von vorn her gekreuzt hatten. In dem einem Falle sandte die Sehne ausserdem noch zwei Nebenbündel ab, wovon das eine an die vordere untere Kante des Schlüsselbeines und an die *Vagina* des *M. subclavius*, das andere mit einigen Fasern an das *Acromion* und an das *Acromialende* des Schlüsselbeines sich inserirte. Der Muskel ist ein Spanner jener *Semivagina*.

Ich habe diesen Muskel bis jetzt nur in zwei männlichen *Kadavern*, einmal beiderseitig und einmal rechtseitig angetroffen. Nach seiner ersten Auffindung musste ich 192 Kadaver auf sein Vorkommen untersuchen, um ihn wieder zu sehen.

Mit Henle's[1]) tiefer Schichte der *Sternocostalportion* des *M. pectoralis major* und daher auch mit Fr. Tiedemann's[2]) in dem einen Falle beiderseits gesehenen, zweiten tiefen *M. pectoralis major*, der nach Henle nur als besonders ausgebildete tiefe Schichte desselben zu nehmen ist, hat unser Muskel nichts gemein. Am Ursprunge lag er hinter dieser Schichte, konnte davon getrennt werden, im Verlaufe kreuzte er sich mit derselben, mit seinem Ende ging er gar keine Vereinigung mit dem *M. pectoralis major* ein. Eben so wenig kann er mit Tiedemann's[3]) zweitem *M. pectoralis major* verwechselt werden. Auch kann er nicht als weitere Entwickelung jener bisweilen vorkommenden isolirten Bündel des *M. pectoralis major* genommen werden, die sich am *M. coraco-brachialis* und *Caput breve m. bicipitis* verlieren. Eben so wenig kann er mit einem hinter dem *M. pectoralis minor* liegenden Muskel verwechselt werden, den Rosenmüller[4]) bei einem 60-jährigen Manne, Gantzer[5]) Meckel[6]) und Tiedemann[7]) bei einem jungen Manne gesehen haben, den Rosenmüller Hülfsmuskel des *pectoralis minor*, Meckel dritten Brustmuskel und Tiedemann zweiten kleinen Brustmuskel nannten, den Meckel als merkwürdige Vogelähnlichkeit erklärte. In Rosenmüllers Falle kam er mit drei Bündeln von der ersten und zweiten Rippe und inserirte sich an den *Processus coracoideus*. Nach Gantzer kommt er bisweilen von einer der oberen Rippen und steigt zum Kapselbande des Schultergelenkes aufwärts. In Tiedemann's Falle entsprang er mit zwei *Portionen* von der zweiten und dritten Rippe und inserirte sich an den *Processus coracoideus*. Auch ich habe in einem Falle an der rechten Seite diesen tiefen *Pectoralis minor* beobachtet. Von welchen Rippen er entsprang, weiss ich nicht, da ich auf ihn an einer vom Rumpfe bereits getrennten *Extremität* stiess.

---

1) l. c. p. 85.

2) Seltene Verdoppelung mehrerer Muskeln. Meckel's Deutsch. Arch. f. d. Physiologie. Bd. IV. H. 3. p. 412. Halle und Berlin. 1818.

3) l. c.

4) De nonnullis musculorum corporis humani varietatibus. Lipsiae 1804. 4⁰. p. 6.

5) Bei Meckel — Handb. d. menschl. Anatomie. Bd. II. Halle u. Berlin 1816. p. 467.

6) l. c. und De duplicitate monstrosa commentarius. Halae et Berolini 1815. Fol. p. 41.

7) l. c.

Der abgeschnittene und noch 5 cent. lange Fleischtheil war 18 mm. breit. Dieser endigte in eine *Aponeurose* von der Gestalt, Grösse und Stärke der *Fascia coraco-clavicularis propria*, unter der sie sich verbarg. Die *Aponeurose* war vorn von dieser *Fascie* durch Bindegewebe und Fett getrennt, hinten mit ihr zusammenhängend, inserirte sich lateralwärts an den oberen Theil der hinteren Hälfte der *medialen* Fläche des *Processus coracoideus* und ging rückwärts in das *Lig. conoideum* und in die *Vagina m. subclavii* über.

Musculus sternalis.

(s. sternalis brutorum s. rectus sternalis s. thoracicus.)

(Tab. II. Fig. 3. A. A.)

Es dürfte wohl kaum einen *Anatomen* geben, der diesen Muskel nicht gesehen haben sollte.

Die Beschreibungen der Fälle, welche du Puy[1]); Josia Weitbrecht[2]); B. S. Albinus[3]); de la Faye[4]); J. C. Wilde (1739)[5]); Abr. Kaau Boerhaave[6]); J. J. Huber(1752)[7]); A. v. Haller[8]); Bourienne (1760–1761)[9]); Portal(1767)[10]); Sabatier[11]); Bonn[12]); Th. Lauth (1785)[13]); Loschge (1794)[14]); H. F. Isenflamm[15]); J. Chr. Rosenmüller[16]); W. G. Kelch[17]); J. Fr. Meckel[18]); A. W. Otto[19]); Fleischmann[20]); Fr. W. Theile[21]); Bergmann[22]); Henle[23]); Budge[24]); beobachtet; sowie die Abbil-

---

1) Div. observ. anat. № III. — Hist. de l'acad roy. des sc. de Paris, ann. 1726. 4⁰. p. 26—27.

2) Observ. anat. № I. — Comment. acad. Petropol. Tom. IV. ad ann. 1729. 4⁰. p. 259.

3) Hist. musc. hom. Leidae Batav. 1734. 4⁰. Lib. III. Cap. 78. p. 291.

4) Observ. anat. — Hist. de l'acad. roy. des sc. de Paris, ann. 1736. 4⁰. pag. 59.

5) Observ. anat. rar. Obs. IV. «De musculo singulari gemino sternum superjacente.« — Comment. acad. Petropol. Tom. II. ad ann. 1740. p. 320. Tab. VIII. Fig. 5. A. A.

6) Observ. anat. musculi in pectore praeternaturalis et varii in diversis corporibus inventi. — Nov. Comment. acad. Petropol. Tom. II. ad. ann. 1749. 4⁰. pag. 257. Tab. XI. Fig. 2.; Tab. XII.

7) Triga observ. myolog. № III. — Acta phys.-med. nat. curios. Vol. X. Norimbergae 1754. 4⁰. p. 112—113.

8) Icon. anat. corp. hum. Fasc. VI. Göttingae 1753. Fol. p. 47. Tab. I. N.

9) Observ. anat. Sur l'etendue des muscles sternomastoidiens, trouvée dans un cadavre. — Journ. de médec. chir., pharm. &c. par. Roux Tom. XXXIX. Janvier 1773. p. 45. —

10) Juppin, étudiant en médecine. «Lettre sur une observ. de Bourienne.« — Journ. de médec., chir., pharm. &c. par Roux. Avril 1773. p. 312.

11) Traité compl. d'anat. T. I. Par. 1777. 8⁰. min. p. 280.

12) Ed. Sandifort. «De musculis nonnullis, qui rarius occurrunt.« — Excercit. acad. Lugd. Batav. 1783. 4⁰. Lib. I. Cap. VI. Artikel «Thoracicus« p. 83. not. K.; p. 88.

13) Elem. de myolog. et de syndesmol. Vol. I. Bâle, Paris & Strasbourg 1778. 8⁰. p. 56.

14) Abhandl. der physic.-med. Societät in Erlangen. Bd. I. Frankf. a. M. 1810. bei Isenflamm p. 94.

15) Beiträge f. d. Zergliederungskunst, v. Isenflamm und Rosenmüller. Bd. II. H. 1. Leipzig 1801. p. 92. Tab. II. Fig. 1. f. g. h. i. k. l.

16) De nonnullis musculorum corp. hum. varietatibus. Lipsiae 1804. 4⁰. p. 5.

17) Beiträge z. path. Anat. Berlin 1813. № XXVI p. 33.

18) De duplicitate monstrosa comment. Halae et Berolini 1815. Fol. p. 39. — Handb. d. path. Anat. Bd. II. Abth. I. Leipzig 1816. p. 27.

19) Seltene Beobachtungen zur Anat., Physiol. u. Pathol. H. I. Breslau 1816. 4⁰. p. 90. — H. II. Berlin 1824. 4⁰. p. 39.

20) Bei R. Wagner. l. c. p. 349.

21) L. c. p. 182.

22) Bei Henle.

23) L. c. p. 95.

24) Beschreibung eines neuen Muskels und mehrerer Muskel- und Knochenvarietäten. Zeitschr. f. ration. Medicin. Dritte Reihe. Bd. VII. p. 276.

dungen über mehrere *Varietäten* desselben, welche Wilde, Kaau-Boerhaave, Haller und Isenflamm geliefert haben, konnte ich nachsehen.

Von Haller[1]) werden ausserdem Cabrol, Fabricius, Rhodius, Sylvius, Willich; von Sömmering[2]), Behrends; von J. F. Meckel[3]), Brugnone, Crouzet, Gantzer; von Henle[4]) Denucé citirt, welche über diesen Muskel berichtet haben.

Sandifort[5]); J. C. A. Meyer[6]); Sömmerring[7]); Meckel[8]); Theile[9]); W. Sharpey[10]); Henle[11]) haben, nach dem bis zu ihrer Zeit Vorliegenden, seine Beschreibung gegeben.

Du Puy, Weitbrecht, de la Faye, Wilde, Huber, Haller, Bourienne, Portal, Th. Lauth, Loschge, Isenflamm, Rosenmüller, Fleischmann, Theile, Bergmann, Budge u. A. haben den *M. sternalis* in je einem Falle; Boerhaave, Bonn, Meckel u. A. in je zwei Fällen; Sabatier, Kelch in je drei Fällen; Otto in fünf Fällen; Albinus, Henle u. A. mehrmals gefunden. In den Fällen von du Puy, Weitbrecht, Wilde, in einem von Boerhaave, in den von Bourienne, Portal, in dem einen von Bonn, in den von Isenflamm, Rosenmüller, in einem von Kelch, in dem von Theile, in dem von Bergmann ist er als beiderseitig vorgekommen angeführt. In den Fällen von Huber, Loschge, in einem von Kelch, in einem von Meckel, in zwei Fällen von Otto, in dem von Budge war er nur an der rechten Seite; in dem von de la Faye, in einem von Boerhaave, in dem von Haller, in einem von Kelch, in einem von Meckel, in dem von Fleischmann, in drei Fällen von Otto war er nur an der linken Seite zugegen. Doppelt an der rechten Seite und einfach an der linken war er in einem Falle von Boerhaave und in dem von Rosenmüller, doppelt an der linken Seite von Brugnone angetroffen worden. Crouzet sah ihn an einer und derselben Seite sogar vierfach. In dem Falle von Portal wies jeder Muskel zwei sehnige *Inscriptionen* nach, wovon die obere vollständig, die untere unvollständig war. In den Fällen von Huber, Loschge, Rosenmüller, in zwei von Kelch, in drei von Otto kam der Muskel bei weiblichen *Individuen* vor. In einem Falle von Bonn wurde er bei einem Mohren gesehen.

Der 5 — 7 Rippenknorpel; die 6 Rippe nahe dem Knorpel in dem einen Falle von Bonn; die *Vagina* des *M. rectus abdominis* oder die *Aponeurose* des *M. obliquus externus abdominis;* das Brustbein; die erste sehnige *Insertion* des *M. rectus abdominis* in dem Falle von Weitbrecht sind als die Ursprungsstellen (*Insertionsstellen*) des *M. sternalis* ange-

1) Elem. physiol. Tom. III. Lausannae 1766. 4⁰. p. 72. — De part. corp. hum. fabr. Tom. VI. Bernae et Lausannae 1778. 8⁰. p. 119.

2) Vom Baue des menschl. Körpers. Th. III. 1800. Frankf. a. M. p. 171. Note 2.

3) De duplicitate monstrosa p. 38 — 40.

4) l. c.

5) l. c. p. 82 — 88.

6) Beschr. d. g. menschl. Körp. Bd. III. Berlin und Leipzig 1783. p. 549.

7) l. c.

8) Handb. d. menschl. Anat. Bd. II. Halle u. Berlin 1816. p. 465.

9) l. c.

10) J. Quain. Elements of anatomy 6. edit. by W. Sharpey a. G. V. Ellis. Vol. II. London 1856. p. 30.

11) l. c.

geben. In dem Falle von Bourienne soll der *M. sternalis* mit dem *M. rectus abdominis* ganz, und in dem von Portal theilweise vermischt vorgekommen sein. (?)

Der 3. Rippenknorpel (in dem einen Falle von Bonn, in dem von Bergmann); der 2. Rippenknorpel (links in dem Falle mit beiderseitigem Vorkommen von du Puy, in zwei Fällen von Otto); das Brustbein an der Verbinduug mit dem 3. Rippenknorpel (in dem Falle von Haller, links in dem mit beiderseitigem Vorkommen von Kelch); das *Manubrium* des Brustbeins (rechts in dem Falle mit beiderseitigem Vorkommen von du Puy, in dem von Weitbrecht, in den Fällen von Albinus, in dem einen Falle von Boerhaave, in den Fällen von Sabatier, in dem anderen von Bonn, in dem von Th. Lauth); das *Manubrium* des Brustbeines und die 1. Rippe (in dem Falle von Huber); die *Capsula sterno-clavicularis* (in dem einen Falle von Otto) waren seine *Insertionsstellen* (Ursprungsstellen). Oder er inserirte sich mit seiner Sehne theilweise an das *Manubrium sterni*, theilweise ging er damit in den *M. sternomastoideus* der entsprechenden Seite über (in dem Falle von de la Faye, in dem von Portal, in dem einen von Kelch, in dem einen von Meckel). Oder seine Sehne setzte sich nur in den *M. sternomastoideus* derselben Seite fort (in den Fällen von Wilde, Loschge, Isenflamm, rechts in dem Falle mit beiderseitigem Vorkommen und in dem mit linkseitigem von Kelch). Oder die bei seinem einseitigen Vorkommen in zwei Bündel gespaltene Sehne verlängerte sich in beide *Mm. sternomastoidei* (in dem einen Falle von Otto und in dem von Fleischmann). Oder er hing durch sehnigte Fasern mit dem *M. cleidomastoideus* zusammen (in dem einen Falle von Otto). Oder der beiderseitig vorkommende Muskel setzte sich jederseits in den *M. sterno-cleidomastoideus* fort, der sich weder an das Brustbein noch an das Schlüsselbein inserirt haben soll (?) (in dem Falle von Bourienne). Oder er endigte in den *M. pectoralis major* oder dessen *Fascie* der entsprechenden Seite (links in dem Falle mit beiderseitigem und rechts doppeltem Vorkommen von Boerhaave); oder *communicirte* bei nur einseitigem Vorkommen durch seine in zwei Bündel getheilte Sehne mit beiden *Mm. pectorales majores* (in dem Falle von Budge). Oder er verlor sich unter der Haut in der Gegend des 2. Rippenknorpels (in dem Falle mit beiderseitigem und rechterseits doppeltem Vorkommen von Rosenmüller). Beim beiderseitigen nnd rechterseits doppelten Vorkommen können sich die Muskeln vor dem Brustbeine kreuzen (in dem Falle von Bergmann). Durch drei schiefe sehnige Bündel (in dem Falle von Wilde) oder durch zwei sehnige Querstreifen (in dem Falle von Theile) waren die Sehnen beider Muskeln, welche sich im ersteren Falle in die *Mm. sternomastoidei* fortsetzten, vereiniget. In einem Falle von Kelch diente die Sehne dem *M. pectoralis major* zum Ursprunge.

Arnold, Blandin, Cruveilhier, Meckel, Otto u. A.: fanden den *M. rectus abdominis anomaler* Weise bis zur 4. Rippe aufwärts verlängert. Kaau-Boerhaave[1]) sah in einem Falle bei einem jugendlichen robusten *Individuum* die äusserste Zacke des rechten *M. rectus abdominis* bis zur 3. Rippe aufsteigen und hier theilweise an den Knochen, theil-

1) l. c. p. 268. Tab. XI. Fig. 1. Z.

weise an den Knorpel sich inseriren. Er hat diesen Fall ausführlich beschrieben und abgebildet. J. F. Meckel[1]) erwähnt auch eines solchen Falles. Portal[2]) aber sah denselben Muskel bei zwei *Subjecten* sogar die 2. Rippe erreichen. — Diese Verlängerungen des M. *rectus abdominis*, welche von Manchen als *Varietäten* des *M. sternalis* betrachtet wurden, sind eben nur *Anomalien* des ersteren Muskels und haben mit dem letzteren nichts gemein.

Ich habe den *M. sternalis* zufällig etwa in einem halben Hundert Leichen gesehen. Von 1857 bis 1860, also während dreier Jahre allein, finde ich davon 18 Fälle in meinen Tagebüchern verzeichnet. Unter 100 Kadavern aber, die in das *anatomische Institut* während des Zeitraumes vom 29. März bis zum 10. Mai 1860 gebracht wurden und die ich zur Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens dieses und anderer *supernumerärer* Muskel geflissentlich untersuchte, fand ich denselben an 5 (dreimal beiderseitig, einmal rechtseitig und einmal linkseitig). In dem Falle mit linkseitigem Vorkommen war auch der *M. sterno-clavicularis superior* beiderseitig zugegen. Das Vorkommen des Muskels zum Mangel verhält sich sonach nach Kadaverzahl wie 5 : 95 = 1 : 19; nach Seitenzahl wie 8 : 192 = 1 : 24. Er ist demnach ebenso häufig zugegen, als der *M. sterno-clavicularis superior.* Unter 20 Kadavern hätte man somit etwa einmal diesen Muskel, und zwar häufiger beiderseitig als nur einseitig, zu erwarten. Zähle ich jedoch zu diesen 5 noch andere 14 zufällig angetroffene Fälle, welche in meinen Tagebüchern zugleich ausführlich beschrieben sind; so ergiebt sich, dass der Muskel unter denselben neunmal beiderseitig, sechsmal rechtseitig und viermal linkseitig vorkam. Darnach würde sich das beiderseitige Vorkommen zum einseitigen wie 9 : 10 verhalten, also letzteres etwas häufiger als ersteres auftreten. Ich glaube, mich nicht zu irren, wenn ich behaupte, der Muskel komme paarig und unpaarig gleich häufig vor.

Gestützt auf die Resultate aus der Untersuchung von 28 Exemplaren von 19 Fällen, gebe ich von dem Muskel folgende Beschreibung:

Ein platter, meistens länglich dreieckiger ($^6/_7$ d. F.), selten schmal bandförmiger, oder platter breiter spindelförmiger Muskel. Im ersteren Falle hat er seine Grundfläche meistens nach unten am Ursprunge ($^{11}/_{12}$ d. F.), selten nach oben an der *Insertion.* Bei dem unpaarigen Vorkommen ist die Sehne an seiner Spitze, d. i. die Insertionssehne, meistens einfach ($^3/_5$ d. F.). Bisweilen ist sie in zwei Bündel getheilt. Einmal sah ich die oberen zwei Fünftel oder die obere Hälfte des bandförmigen Muskelkörpers in zwei Portionen geschieden, also einen *M. bicaudatus.* Bei dem paarigen Vorkommen endigen die Insertionssehnen bald völlig von einander geschieden, bald streckweise mit einander vereiniget.

Bei Erwachsenen *variirt* seine Länge: von 8 cent. 5. mm. — 27 cent., wovon auf

---

1) De duplicitate monstrosa p. 38.

2) Anat. hist. et prat. par Lieutaud. Nouv. edit. Tom. I. Paris 1776. p. 256. Note.

die *Insertionssehne* 2 cent. — 7 cent. 5 mm. kommen; seine Breite an der Grundfläche: von 13 u. 14 mm. — 7 cent., dieselbe an der Insertionssehne: von 2 mm. — 2 cent. 8 mm. Bei der bandförmigen Gestalt sah ich ihn in einem Falle eines Erwachsenen am Fleischtheile nur 3 — $3^1/_2$ mm. breit. Bei Kindern (zwei *Hemicephalen*) betrug die Länge: 4 cent. — 5 cent. 5 mm., wovon auf die Insertionssehne 7 mm. — 1 cent. 8 mm. kamen; die Breite 5—14 mm. am Fleischtheile, bis $2^1/_2$ mm. an der Insertionssehne.

Der Muskel hat immer seine Lage in der Rippenknorpelregion auf dem *M. pectoralis major*, oft zugleich auch theilweise in der *Sternalregion*, besonders im oberen Theile derselben, d. i. auf dem *Manubrium sterni.* Er liegt gleich neben dem Brustbeinrande, oder häufiger 9 mm. — 4 cent. davon entfernt; überschreitet mit seinem lateralen Rande niemals die Verbindung des knöchernen Theiles der Rippen mit ihren Knorpeln und erreicht damit dieselbe an einer der unteren wahren Rippen erst in $^1/_{28}$ d. F. Bisweilen liegt er mit einem kleinen Theile, oben oder in der Mitte, auch am Brustbeinkörper; oder am oberen oder unteren Ende des Randes desselben; nur ausnahmsweise vor diesem Rande in dessen ganzer Länge. Er reicht von der Höhe des 8. — 5. — 3. Rippenknorpels zur Höhe der Mitte des Brustbeines bis zu der des oberen Randes des *Manubrium sterni* aufwärts.

Er entspringt mit 1 — 5 fleischigen oder *aponeurotischen* Zacken von 3 — 8 Rippenknorpel, von der *Vagina* des *M. rectus abdominis*, von dem Brustbeine, namentlich dessen Rande, und dem *M. pectoralis major* selbst, unter den verschiedensten *Variationen*, in verschiedener Nähe und Entfernung vom Brustbeine. Darunter kam er in $^1/_4$ d. F. von der *Vagina* des *M. rectus abdiminis* allein; in noch $^1/_4$ d. F. von dieser mit einer Zacke und noch 1—4 Zacken von anderen Stellen; in $^1/_2$ d. F. aber mit 1 — 4 Zacken von den angegebenen Orten mit Ausschluss der *Vagina m. recti.*

Er verläuft meistens bogenförmig oder bisweilen S förmig und so gekrümmt, dass sein *concaver* Rand *medianwärts*, und sein *convexer* Rand *lateralwärts* sieht; seltener gerade gestreckt nach auf- und einwärts; ausnahmsweise gerade aufwärts. Beim paarigen Vorkommen bleibt zwischen beiden ein mit der Grundfläche nach abwärts gerichteter, dreieckiger oder ovaler Raum, in dem das *Sternum* sichtbar ist.

Der Muskel endigt in eine verschieden lange und breite Sehne. Die Länge der letzteren kann selbst die Hälfte, ja drei Fünftel der Länge des ganzen Muskels betragen. Er inserirt sich damit an verschiedene Stellen der vorderen Fläche oder des Seitenrandes des Brustbeines, in der Strecke von der Mitte seiner Höhe bis zur Mitte seines *Manubrium's*, aufwärts und an die Enden des 2. und 3. Rippenknorpels (9 mal). Oder er inserirt sich mit einem Bündel an das obere Brustbeinkörperende und geht mit dem anderen Bündel, unterhalb der Verbindung des Körpers mit dem *Manubrium*, in den gegenseitigen *M. pectoralis major* über (2 mal). Oder er setzt sich mit seiner breiten Sehne, unter der Verbindung des Körpers mit dem *Manubrium*, nur in den gegenseitigen *M. pectoralis major* fort (1 mal). Oder er heftet sich mit seiner Sehne an eine breite *Aponeurose* an, welche die sonst vom *Manubrium sterni* kommende *Portion* beider *MM. pectorales majores*

vereiniget (1 mal). Oder, in dem Falle als *M. bicaudatus*, setzt er sich mit der Sehne der inneren *Portion* an die Verbindung des Körpers mit dem *Manubrium*, mit der der äusseren *Portion* aber endiget er in der *Fascie* des *M. pectoralis major* (1 mal). Meistens aber verlängert er sich in den *Sternalkopf* des *M: sternocleidomastoideus* (14 mal). (Fig. 3. A. A.)

Dieser *Sternalkopf* (*a a*) besitzt in solchen Fällen zwei, bald blos sehnige, bald auch fleischige und im letzteren Falle selbst hoch am Halse hinauf isolirte Nebenköpfe. Letztere liegen gewöhnlich hinter — seltener neben einander. Der hintere Nebenkopf (*b'*) entspringt vom *Manubrium sterni*, ist gewöhnlich der stärkere oder doch gleich starke, und entspricht dem gewöhnlichen *Sternomastoideus*. Der vordere Nebenkopf (*a' a'*) kommt sehnig aus dem *M. sternalis*, ist gewöhnlich der schwächere, kann aber ausnahmsweise so stark sein wie der hintere, mit dessen vorderer Fläche (häufiger), oder einem seiner Seitenränder er, bald früher bald später, verschmilzt.

Die Forsetzung des *M. sternalis* in den *M. sternomastoideus* geschieht beim paarigen Vorkommen häufiger (6 mal) als nicht (3 mal), und mit beiden Muskeln öfter (5 mal) als nur mit einem (1 mal); beim unpaarigen seltener (3 mal) als nicht (7 mal). In solchen Fällen wird der Muskel in der Höhe des 3. oder 2. Rippenknorpels fleischig, kann aber auch an seinem *lateralen* Rande bis zum oberen Drittel der Höhe des *Manubrium* fleischig bleiben. Seine Sehne verläuft vor dem oberen Körperende des Brustbeines, oder an der Verbindung desselben mit dem *Manubrium*, oder erst darüber zum *Manubrium sterni*, vor welchem, oder vor den daselbst fleischig vereinigten *Mm. pectorales majores* (1 mal) sie schief ein- und aufwärts, oder an oder neben der Mittellinie auf denselben *vertical* aufwärts steigt, nachdem sie sich im letzteren Falle dahin bogenförmig gekrümmt hatte.

Verlängert sich auch nur ein Muskel dahin, so theilt sich dennoch seine Sehne meistens (3 mal) am oder unter dem oberen Rande des *Manubrium sterni* in zwei bald gleich, bald ungleich starke Bündel, wovon das eine in den *Sternalkopf* des rechten, das andere in den des linken *M. sterno-cleidomastoideus* übergeht; selten (1 mal) setzt sich dieselbe nur in den *Sternalkopf* des *M. sterno-cleidomastoideus* der entsprechenden Seite fort.

Verlängern sich aber beide Muskeln in die *Sternalköpfe* beider *Mm. sternocleidomastoidei* (was unter 9 mal beiderseitigem Vorkommen 5 mal geschieht), so tritt folgendes Verhalten ein:

Vor dem oberen Theile des Brustbeinkörpers, oder vor der Verbindung desselben mit dem *Manubrium*, oder erst vor diesem *convergiren* beide Sehnen (α. α.). Sie vereinigen sich dann vor der Medianlinie, oder dem *medianen* Theile des Brustbeines, entweder unmittelbar durch Anlagerung (1 mal), oder durch eine fibröse *Membran* mittelbar (4 mal) (β), um sich am oberen Rande des *Manubrium* oder in einer bald grösseren, bald geringeren Entfernung unter diesem wieder in zwei divergirende, bald gleich, bald ungleich starke Bündel zu theilen, wovon das eine in ein isolirtes Bündel des *Sternalkopfes* des rechten, das andere in ein solches des *Sternalkopfes* des linken *M. sternocleidomastoideus* sich fortsetzt. Es existirt somit in solchen Fällen, zwischen den *Mm. sternales* und

Mm. sterno-mastoidei eine unpaare, bald länglich vierseitige, bald länglich dreieckige Zwischensehne, die mit zwei Schenkeln abwärts in jene und zwei solchen aufwärts in diese ausstrahlet. In dem Falle bei unmittelbarer Vereinigung der Sehnen zu einer unpaaren Zwischensehne war diese unten 2 cent. 8. mm. breit, verschmälerte sich bis $4\frac{1}{2}$ — 7 mm. und endigte in den *Sternalkopf* des rechten *M. sternocleidomastoideus* mit einem 18 mm., in den des linken mit einem 9 mm. breiten Bündel, und bestand aus Längsfasern. In den Fällen bei mittelbarer Vereiniguug der Sehnen durch eine *Membran*, war diese 9 mm. — 5 cent. hoch und 7 — 14 mm. breit, verschieden stark, an ihrem oberen und unteren Rande gewöhnlich ausgebuchtet. In letzteren Fällen bestanden die lateralen Theile der Zwischensehne, ihre oberen *divergirenden* und ihre unteren *convergirenden* Schenkel aus *longitudinalen* Fasern und Bündeln, die sich *direct* in die *vorderen Köpfe* der *Mm. sternomastoidei* fortsetzen, der mittlere Theil oder die *Membran* aber aus queren und bogenförmigen Fasern und Bündeln. Die Querfasern liegen in der Mitte, die bogenförmigen oben und unten. Die oberen bogenförmigen Fasern gehen aus einem der *divergirenden* Schenkel in den anderen, die unteren bogenförmigen aus einem der *convergirenden* Schenkel in den anderen über. (Fig. 3.)

In den Fällen mit Uebergang des Muskels in den vorderen Kopf des *M. sternomastoideus* giebt seine Sehne allerdings bisweilen zum oberen Ende des Brustbeinkörpers oder zur Verbindung dieses mit dem *Manubrium* ein Bündel ab, nicht aber oder doch nur selten zum *Manubrium*, von dem es meistens durch Bindegewebe, oder durch dieses und Fett, ganz und selbst in grosser *Distanz* geschieden ist. Existirt zugleich zufällig die *anomale* fleischige Vereinigung der vom *Manubrium sterni* entspringenden Partie der *Portio sternocostalis* des *M. pectoralis major* mit der des gegenseitigen Muskels, wie es einmal der Fall war, so verläuft die Sehne vor denselben vorbei, ohne mit ihnen zusammenzuhängen.

Aber ich sah die sonst vom *Manubrium sterni* kommende *Partie* der *Portio sternocostalis* des *M. pectoralis major* in zwei Fällen, statt vom *Manubrium*, ganz oder theilweise von der Zwischensehne der vorderen Köpfe und der *Mm. sternomastoidei* und *Mm. sternales* entspringen. In dem einen Falle (bei einem robusten Manne mit Vorkommen des Muskels an beiden Seiten, aber nur des Ueberganges des rechten in den vorderen Kopf beider *Mm. sternomastoidei*) war die Sehne 4 cent. lang. Von der unteren Hälfte des linken Randes derselben entstand das oberste und 2 cent. breite Bündel der *Portio sternocostalis* des linken *M. pectoralis major*, von dem oberen Drittel des rechten Randes das oberste 1 cent. breite Bündel der *Portio sternocostalis* und von der oberen Hälfte dieses Randes auch ein *anomales* 2 cent. breites Bündel der *Portio clavicularis* des rechten *M. pectoralis major*. In einem anderen Falle (bei einem anderen robusten Manne mit Vorkommen des Muskels an beiden Seiten und der Vereinigung ihrer Sehnen zu einer unpaaren) entstand von der Zwischensehne jederseits der grösste Theil der sonst vom *Manubrium* kommenden Partie der *Portio sternocostalis* beider *Mm. pectorales majores*. —

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. 1. *Manubrinm sterni.*
2. Linke *Clavicula.*
3. 3. Beide obersten Rippen mit ihren Knorpeln.
a. *Musculus sterno-clavicularis anticus s. praeclavicularis.*
b. *M. subclavius.*

Fig. 2. 1. *Manubrium sterni.*
2. Rechte *Clavicula.*
3. Knorpel der ersten Rippe.
a. *M. sterno-clavicularis anticus.*
b. *M. subclavius* in seiner Scheide.
c. c. Ursprungstheile der *Sternalköpfe* der *M. sternocleidomastoidei.*
d. Ursprungstheil der von dem *Manubrium sterni* kommenden Partie der *Portio sternocostalis* des rechten *M. pectoralis major.*

Fig. 3. 1. *Manubrium sterni.*
2. Linke *Clavicula.*
3. 3. Beide obersten Rippen mit ihren Knorpeln.
4. *Processus coracoideus.*
5. *Acromion.*
a. *M. sterno-clavicularis anticus.*
α. dessen Ursprungssehne,
β. „ *Insertionssehne,*
γ. Bündel der letzteren zum *Ligamentum coraco-acromiale* und *trapezoideum.*
b. *M. subclavius* in seiner Scheide.
c. *Fascia coraco-clavicularis propria.*
d. *Lig. coraco-claviculare.*
e. *Lig. coraco-acromiale.*

Fig. 4. (Ansicht von oben und vorn).
1. *Manubrium sterni.*
2. 2. *Claviculae.*
a. a'. *Mm. sterno-claviculares superiores s. supraclaviculares.* (Der *rechte* verkümmert.)
b. Ursprungstheil des *Clavicularkopfes* des linken *M. sternocleidomastoideus.*

Fig. 5. 1. Rechte *Clavicula.*
2. Erste Rippe mit ihrem Knorpel.
3. *Processus coracoideus.*
4. *Acromion.*
a. *M. pectoralis minimus.*
b. *M. subclavius* in seiner Scheide.
c. *Insertionstheil* des *M. pectoralis minor.*
d. Ursprungstheil des vereinigten *M. coracobrachialis* und *Caput breve m. bicipitis.*
e. *Lig. costo-claviculare.*
f. *Fascia coraco-clavicularis propria.*
g. *Lig. coraco-acromiale.*

Tafel II.

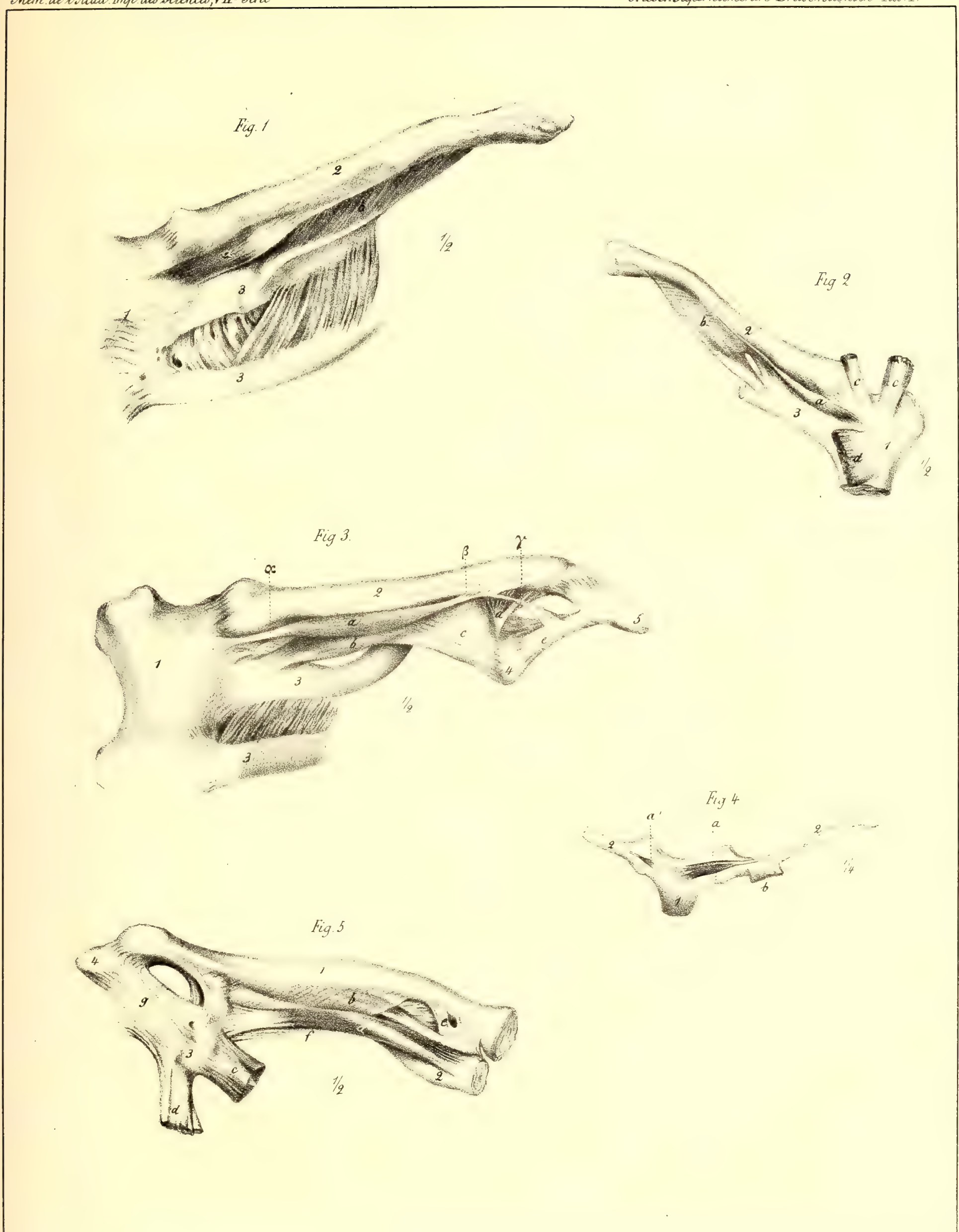
Fig. 1. (Ansicht von hinten.)
1. Linke *Scapula.*
2. Linke *Clavicula.*
a. *M. scapulo-costalis minor* (an seiner Ursprungssehne abgeschnitten.)

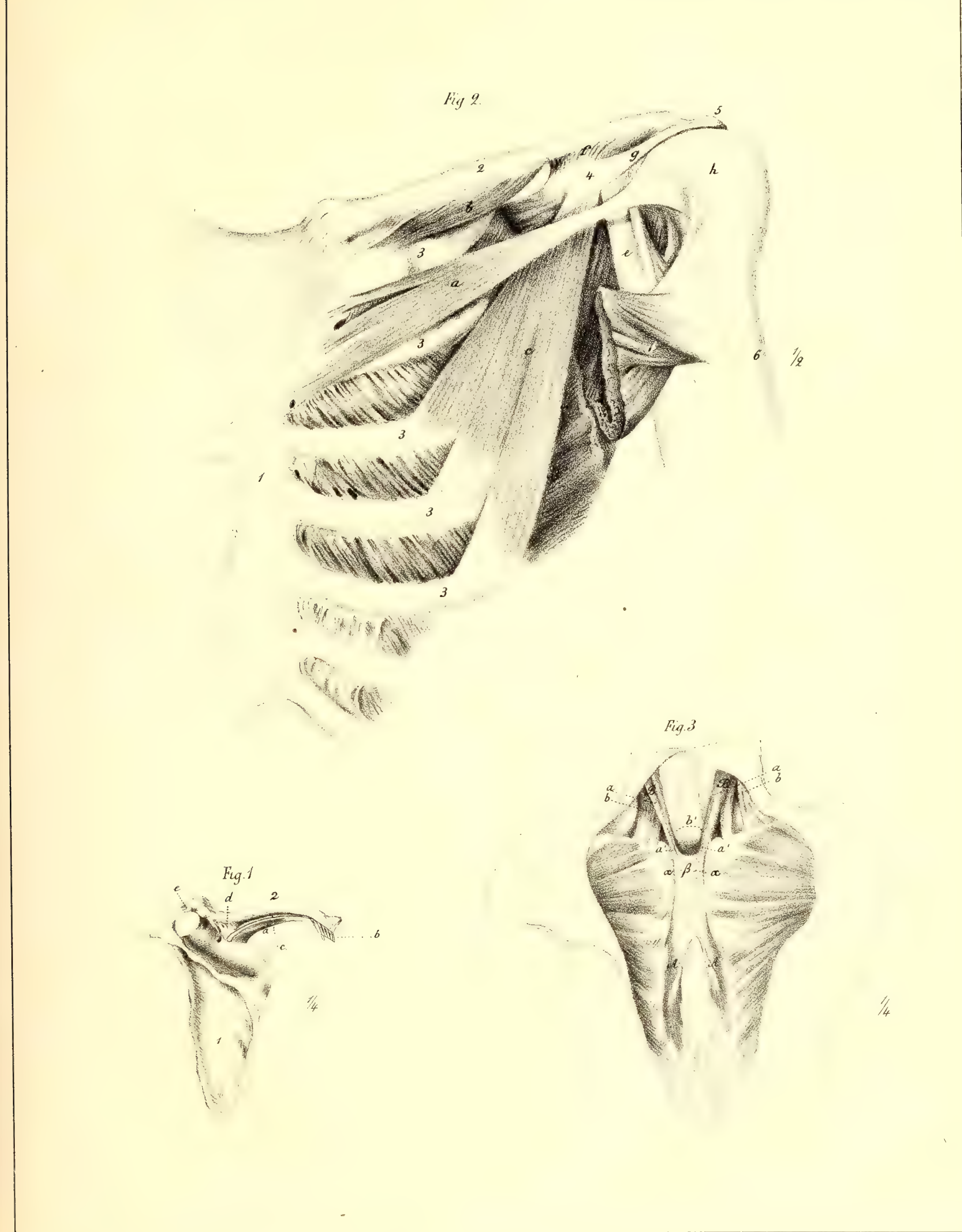
*

b. *Lig. costo-claviculare* (durchschnitten).
c. *Fascia coraco-clavicularis.*
d. *Lig. conoideum.*
e. *Capsula acromio-clavicularis.*

Fig. 2. 1. Sternum.
2. Clavicula.
3. 3. 3. 3. 3. 3. 3. Rippen.
4. *Processus coracoideus.*
5. *Acromion.*
6. *Humerus.*
a. *M. tensor semivaginae articulationis humero-scapularis.*
b. *M. subclavius.*
c. *M. pectoralis minor.*
d. *Insertionstheil* des *M. pectoralis major.*
e. Vereinigte *M. coracobrachialis* und *Caput breve m. bicipitis.*
f. *Lig. coraco-claviculare.*
g. *Lig. coraco-acromiale.*
h. *Semivaginae articulationis humero-scapularis.*

Fig. 3. A. A. *Mm. sternales.*
B.B. *Mm. sternocleidomastoidei.*
a. a. *Mm. sternomastoidei.*
b. b. *Mm. cleidomastoidei.*
a′ a′ *Vordere Köpfe* der *Sternomastoidei.*
b′ *Hintere Köpfe derselben.*
α. α. Zwischensehnen der *Mm. sternales* und der vorderen *Köpfe* der *Mm. sternomastoidei.*
β. Verbindungs-*membran* dieser Sehnen.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
1/2
1/4



Ad. nat. del. Heppner.

Lith. A. Münster

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[e] SÉRIE.
Tome III, N° 3.

ESSAI HISTORIQUE ET CRITIQUE

SUR LA

CONSTITUTION SOCIALE ET POLITIQUE DE L'ARMÉNIE

SOUS

LES ROIS DE LA DYNASTIE ROUPÉNIENNE,

D'APRÈS

LES DOCUMENTS ORIENTAUX ET OCCIDENTAUX CONSERVÉS DANS LES DÉPOTS D'ARCHIVES DE L'EUROPE,

PAR

Victor Langlois,
Membre correspondant de l'Académie royale des sciences de Turin, de l'Institut Lazareff de Moscou; chevalier de l'ordre des SS. Maurice et Lazare, de Sardaigne.

Présenté à l'Académie le 9 mars 1860.

St. PÉTERSBOURG, 1860.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences :
à St. Pétersbourg, MM. Eggers et Comp.; **à Riga,** M. Samuel Schmidt; **à Leipzig,** M. Leopold Voss.

Prix: 70 Kop. arg. = 23 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie.

Septembre 1860.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.

AVANT-PROPOS.

Les contrées traversées par la chaîne du Taurus, et particulièrement la Cilicie, offrent ce phénomène remarquable, qu'à toutes les époques de l'histoire, elles ont été le point de jonction où sont venus se réunir les deux éléments asiatique et européen.

Placée aux limites occidentales de l'empire de Perse et aux confins des colonies grecques, enclavée de tous côtés par la mer et par de hautes montagnes, accessible seulement par trois défilés célèbres, la Cilicie a été sans cesse le théâtre des grandes luttes et des mémorables événements qui ont tant de fois modifié la face de l'orient.

La Cilicie ayant été le point de contact où la race persane s'était rencontrée avec les colons venus de la Grèce, et où plus tard devait s'opérer la fusion de ces deux éléments, et par suite le mélange des idées, des coutumes, des religions et des idiomes, on ne sera pas surpris de voir que ce pays offre, plus que tout autre, de bizarres singularités historiques, qu'on rencontre, pour ainsi dire, à chaque page de ses annales.

Là, où s'était accomplie dans les temps héroïques la réunion des deux races asiatique et hellénique; là, où les mythes des deux peuples s'étaient associés dans une même croyance, on trouve beaucoup plus tard, à l'époque des croisades, la race arménienne venant se mêler à l'élément européen, représenté par les Grecs byzantins et les guerriers franks. De même que les Pélasges arrivèrent les premiers sur cette côte, qui va s'abaissant des sommets du Taurus, se trouvèrent bientôt en présence des dieux et des héros, venus de l'Asie centrale par les défilés des montagnes, et auxquels s'associèrent des colons partis de l'occident; de même aussi les Arméniens débouchant, par bandes compactes, dans les plaines de la Cilicie, vinrent camper aux pieds des châteaux et aux portes des villes occupées par les Grecs, et où bientôt ils étaient rejoints par les armées frankes, qui accouraient en Syrie, pour arracher des mains des infidèles le tombeau du Christ.

C'est dans cette dernière période des migrations survenues en Cilicie, que nous avons puisé les éléments du travail qu'on va lire, et où nous tâcherons de montrer comment la féodalité, apportée par les Franks en orient, vint se placer vis-à-vis du système que les Arméniens avaient implanté dans ce pays, au temps de leur conquête; comment enfin ces deux ordres d'idées, en apparence si différentes, finirent par s'amalgamer, par former le système mixte qui prévalut dans les montagnes et les plaines de la Cilicie, pendant toute la durée de la dyanstie des Roupéniens et des Lusignan.

Pour arriver à connaître, dans tous les détails, l'état social et politique de l'Arménie à cette époque, il nous a fallu reconstituer le cartulaire du royaume, et pour cela nous avons réuni, dans un seul registre, toutes les pièces diplomatiques qui se trouvaient disséminées, soit dans les différents dépôts d'archives de l'Europe, soit dans les volumineuses compilations de chartes, qu'on désigne assez généralement sous le nom de *Regesta*, et qui forment un ensemble d'ouvrages assez considérable. On comprend que malgré tout le soin que nous avons apporté à former le recueil à l'aide duquel nous avons entrepris notre travail, beaucoup de documents ont dû nous échapper, et ce qui est plus regrettable encore, c'est que certaines pièces sont aujourd'hui perdues et ne pourront jamais être retrouvées. Les invasions musulmanes en Cilicie, les incendies des villes, des châteaux, des monastères, ont consumé la plus notable partie des documents qui composaient au moyen-âge le grand cartulaire et les archives de la nation arménienne. Ce qui a été sauvé du naufrage se compose de lambeaux épars, provenant des copies de pièces qui étaient délivrées en double aux parties intéressées.

Quoi qu'il en soit, nous avons essayé de profiter de toutes les indications contenues dans les documents que nous avons recueillis, et c'est grâce aux précieuses notions qu'ils nous ont fournies que nous sommes parvenu à reconstituer, en grande partie du moins, l'histoire sociale et politique des Arméniens de la Cilicie, pendant la domination roupénienne, à établir les bases sur lesquelles s'appuyait le système féodal, introduit dans le pays aux croisades, à donner la liste des grands officiers de la couronne, à fixer la condition des personnes et l'état de la terre, à déterminer les droits du roi, de la noblesse et de l'église, à indiquer les possessions des grands feudataires et des barons, celles du clergé, des ordres de chevalerie établis dans le pays, enfin celles des républiques maritimes de l'Italie, que le pouvoir royal avait concédées, à diverses reprises, aux villes commerçantes de Venise, de Gênes et de Pise.

Comme le commerce d'importation et d'exportation de l'Arménie, au moyen-âge, eut une grande importance, nous avons traité spécialement tout ce qui regarde le commerce en général, les productions du pays, les douanes et les tarifs, et l'établissement des baïles étrangers.

Examiner à ces différents points de vue l'histoire de la dynastie roupénienne, tel est le but que nous nous sommes proposé dans ce travail; heureux si nous avons pu retrouver, dans le champ obscur d'un passé oublié, des faits et des noms glorieux, qui renaîtront, nous en avons l'espoir, à la vie de l'histoire. Ces faits, ces brillants souvenirs, sont nombreux, et pour peu qu'on suive la marche de la conquête arménienne et ses progrès successifs, qu'on examine les constitutions de la noblesse et du clergé, qu'on étudie les rapports de l'Arménie avec les peuples de l'occident et les guerres qu'elle eut à soutenir avec les musulmans, on verra si nous avons eu raison d'avancer qu'il existe dans les documents historiques de ce pays des souvenirs d'un glorieux passé!

PROLÉGOMÈNES.

§ 1. Les cartulaires de l'Arménie avant les Roupéniens.

Bien longtemps avant que les Arméniens eussent quitté leur patrie, pour émigrer dans les montagnes et les plaines de la Cilicie, il était d'usage, chez eux, de conserver dans le palais du roi les archives de la nation. Nous savons en effet, par le témoignage des monuments et des historiens, que, longtemps avant la naissance de J.-C., il y avait en Perse et en Arménie des archives et des bibliothèques.[1])

Moïse de Khorĕn parle plusieurs fois, dans son *Histoire*, des archives de Ninive, que consulta le Syrien Mar-Apas Gadina, chargé par le roi Valarsace (Vagharschag) de rédiger une histoire d'Arménie, d'après les informations qu'il pourrait recueillir dans ce dépôt[2]). Le même historien nous apprend aussi[3]), que le roi Valarsace avait fait graver sur une colonne une partie de l'histoire qu'avait écrite le Syrien Mar-Apas Gadina, en même temps qu'il faisait garder le manuscrit original dans son palais, comme l'objet le plus précieux de son trésor. Cet usage, qui consistait à faire reproduire sur la pierre les principaux traits de l'histoire d'une nation, était non-seulement particulier à l'Arménie, dans l'antiquité, mais encore à tous les peuples de l'Orient en général. Au moyen-âge, il existait aussi, mais il était d'un emploi plus restreint. Sous le gouvernement des Arsacides, à l'époque des Bagratides[4]) et même sous les Roupéniens[5]), les Arméniens avaient l'habitude de faire graver sur les édifices religieux les actes de l'autorité souveraine et les donations qu'ils faisaient aux saints et aux églises.

Bien que cet usage fût propre à l'orient au moyen-âge, on en trouve cependant en Europe quelques exemples, dont les plus remarquables sont: à Mistra, dans le Péloponnèse, la colonne d'une église sur laquelle on lit, comme dans les chartes, les donations faites au chapitre dans le courant du XIII[e] siècle[6]); en Italie, les chartes lapidaires gravées sur

---

1) M. Layard à découvert, dans le palais de Kouïoundjik, une salle qu'il suppose avoir été un dépôt d'archives perses. Cf. aussi à ce sujet les βασιλικαι διφθέραι consultées par Ctésias, le passage du livre d'Esther (II, 23): „Mandatumque est historiis, et annalibus traditum coram rege;» enfin Ernest Renan, Histoire des langues sémitiques, liv. III. ch. 2. p. 282.

2) Moise de Khorĕn, Histoire d'Arménie, liv. I, ch. 39.

3) Id. liv. I, ch. 9.

4) Le P. Chahkhathounof, Desc. d'Edchmiadzin (en Arménien); le P. Sarkis Djalal, Voyage dans la Grande-Arménie (en arm.), et M. Brosset, 3e Rapport sur un voyage archéologique dans la Transcaucasie, p. 84—129, ont publié une grande quantité d'inscriptions existant, aujourd'hui encore, sur les ruines des édifices religieux de l'Arménie.

5) Michel-le-Syrien, dans sa chronique, traduite en arménien, raconte que «Léon II construisit un grand nombre de monastères, agrandit ceux qui existaient déjà et leur fournit abondamment ce dont ils pouvaient avoir besoin. Des inscriptions, gravées sur pierre, attestaient les dons qu'il leur fit de villages, de bourgs, de vignes et de champs.» Cf. ms. arm. de la bibl. Impér. de Paris anc. fonds Arm. No. 90.

6) Buchon, la Grèce continentale et la Morée; Introd. p. 28.

plusieurs édifices religieux[1]), en France, les chartes lapidaires de Pierrelatte[2]) et de Mervillers[3]), qui remontent au XII[e] siècle.

En confiant à la pierre le contenu des actes, on en assurait l'exécution et on perpétuait la mémoire d'une offrande pieuse, qui relatait le nom du fondateur, la date et les clauses de la donation. Par ce moyen, les inscriptions gravées sur les murailles des édifices religieux pouvaient, à défaut des actes originaux, tenir lieu de cartulaires, et les titres se trouvaient ainsi à l'abri des nombreuses causes de destruction nées du malheur des temps. Aujourd'hui, que nous ne possédons plus les registres qui étaient gardés dans les archives des églises et des monastères de l'orient, nous avons en partie, du moins, quelques-uns des actes qui y étaient conservés, grâce à ces inscriptions murales, qui ont pu traverser les siècles, en survivant aux invasions qui amenèrent la ruine de l'Arménie, sous les rois bagratides d'Ani, et la dissolution du royaume des Roupéniens de Sis. On comprend au surplus, qu'à l'époque des guerres qui suivirent la conquête de l'Arménie par les musulmans, les villes, les églises et les monastères étaient exposés à des pillages et à des incendies, et on sentit dès lors, combien il était utile de graver sur la pierre les actes les plus importants, particulièrement ceux qui avaient rapport à des fondations ou à des donations. Ces murailles des églises et des autres édifices religieux devinrent comme des archives publiques, où chacun pouvait lire ses droits et ses priviléges. Cette exposition permanente, cette sorte de promulgation, en solemnisant les chartes, avait encore l'avantage d'en assurer l'exécution et d'éloigner les violateurs.

Les inscriptions, à l'aide desquelles on peut reconstituer les cartulaires perdus des églises et des monastères arméniens au temps des Bagratides, sont très nombreuses. Le style diffère de celui des chartes, par la concision qui a présidé à la rédaction de ces inscriptions; on voit que l'on s'est surtout appliqué à dire beaucoup de choses en peu de mots; quelquefois cependant, quand il s'agissait d'un acte important, les rédacteurs de l'inscription ont stipulé en termes précis et avec une surabondance d'expressions tous les points de la donation.

Les chartes lapidaires furent toujours écrites en arménien et le plus ordinairement en caractères majuscules enchevêtrés; après avoir commencé par une invocation à la divinité, le rédacteur inscrit le nom du donateur, avec sa parenté; il indique ensuite l'objet de la donation, les noms de l'église et du saint auxquels elle est faite, les conditions imposées, qui sont toujours un service de prières pour les parents du donateur, soit défunts, soit existants, soit pour lui-même après sa mort; enfin il termine par des imprécations contre ceux qui tenteraient de mettre obstacle à l'exécution de la volonté du donateur, et par des bénédictions en faveur de ceux qui la feront observer et respecter. On voit que les inscriptions

---

1) Dans Mabillon, Iter. italic. P. I, p. 151. — I papiri diplomatici raccolt. d'all' abbat. G. Marini. No. 91. — Nouv. traité de diplomatique, t. II, p. 535, note I.

2) Biblioth. de l'Ecole des Chartes, 2[e] Sér. t. III. (1846) pag. 30—42. Deloye, Des chartes lapidaires en France.

3) Revue archéologique, XI[e] année, p. 171, Pl. 235. Quicherat, une donation du XII[e] s., figurée sur un bas-relief.

sont conçues et rédigées dans un style qui se rapproche de celui des chartes, et qu'au besoin elles devaient en tenir lieu.

Parmi les édifices où l'on retrouve aujourd'hui ces sortes de chartes lapidaires, il faut citer les églises et les couvents dont les ruines s'élèvent encore dans l'Arménie orientale, et dont une partie a été publiée dans la Description d'Edchmiadzin du P. Chahkhathounof, dans le Voyage dans la Grande-Arménie du P. Sarkis Djalal, dans le Voyage en Pologne du P. Minas, dans la description des ruines d'Ani par M. Abich, et dans les Rapports sur un voyage en Transcaucasie, par M. Brosset.

On ne connaît jusqu'à présent qu'un seul cartulaire complet arménien, et encore doit-on donner ce nom au manuscrit dont Mr. Brosset a publié une description dans son troisième Rapport[1]? L'ouvrage dont il s'agit et auquel le savant académicien donne simplement le nom de կոնդակագիրք ou Bullaire, est un recueil de toutes les traditions relatives à l'origine du monastère de Hohanna-Vank (couvent de St.-Jean), de toutes les inscriptions constatant les restaurations des églises et des diverses constructions de ce couvent, des épitaphes des abbés et autres personnages célèbres qui y sont enterrés, enfin des indications historiques relatives aux maîtres et seigneurs de la contrée, et à l'auteur du livre, le diacre Zakaria de Kanakerh.

§ 2 Des cartulaires de l'Arménie sous les Roupeniens.

Les cartulaires de l'Arménie, sous les souverains de la dynastie de Roupĕn, n'existent plus. Il ne reste rien non plus des archives royales, qui ont été brulées lors des dévastations auxquelles les Egyptiens livrèrent la Cilicie. Des documents épars, des copies de chartes et de diplomes, ont cependant été conservés dans les dépôts d'archives des états de l'Europe et sont aujourd'hui les seuls vestiges qui nous soient parvenus des archives civiles de l'Arménie, sous les princes de Sis.

On sait que, sous le gouvernement des Roupéniens, il y avait des registres spéciaux où étaient inscrits les actes de la puissance souveraine, les traités, les donations, etc. Ces différents registres, qui formaient autant de cartulaires, que l'on conservait avec soin dans les archives de la chancellerie royale d'Arménie, sont mentionnés dans deux chartes, dont l'une datée de l'an 1201 de l'ère chrétienne, est le chrysobulle par lequel le roi Léon II accorde des priviléges aux Génois[2]), et l'autre, portant le millésime de 1307, est un diplome en vertu duquel Léon IV accorde aux Vénitiens des priviléges commerciaux.[3])

Dans le premier de ces actes, Léon II, après avoir stipulé, que pour plus de sûreté aux concessions faites aux Génois, il a fait appliquer sur l'original du diplome son sceau

1) Cf. Description d'Edmchiadzin, p. 71, et Histoire du même siège patriarcal, par le P. Chahkhathounof, t. II, p. 95.

2) Voici le passage relatif au cartulaire, et que nous extrayons textuellement: «Ad majoris quoque securitatis causam, et ut presens privilegium, firmum, stabile et inconvulsum permaneat, sigillo meo auri ipsum muniri et corroborari feci, et litteris armenicis et latinis in eodem volumine scribi jussi.»

3) Il est dit dans l'acte, qui est redigé en français: «Encement.... que il soit escrit au carturaire et prendre chartre dou bailli.»

d'or et l'a signé en cinabre, dit qu'il ordonne que cet acte soit transcrit en arménien et en latin sur un même registre. C'est comme on le voit la première pièce enregistrée dans le cartulaire, ou en d'autres termes, dans un registre qui était destiné à conserver la copie authentique des priviléges que les rois d'Arménie devaient, dans la suite, accorder aux marchands étrangers, qui venaient trafiquer en orient et dans son royaume. L'autre mention du cartulaire se trouve dans le privilége que Léon IV accorda aux Vénitiens en 1307. Il est formellement stipulé, dans la teneur du document, que le baïle, ou consul des Vénitiens, fera inscrire au cartulaire, par le capitaine du roi, les actes de reconnaisance des emprunts contractés par un Arménien envers un Vénitien, et qu'il en prendra ensuite copie. Il est dit en outre dans les clauses de ce même privilége, que si un Arménien veut emprunter de l'argent à un Vénitien, les capitaines du roi devront mander l'emprunteur devant l'un d'eux et devant le baïle vénitien, pour examiner la question et donner l'autorisation de contracter l'emprunt, s'il y a lieu. Enfin il est dit encore que l'acte, en vertu duquel cet emprunt aura été autorisé, sera transcrit sur le cartulaire, et la chancellerie royale en prendra une copie, ou en d'autres termes, une déclaration signée par le baïle.

Il est aussi question dans les documents diplomatiques arméniens de registres, *quaterniones,* de la capitainerie de Lajazzo. Ces registres sont mentionnés dans une lettre adressée en 1341 à Léon V par Barthélémy Gradenigo, doge de Venise[1]). Il semble résulter du contenu de cette depêche que les quaterniones étaient destinés à conserver authentiquement l'état des sommes dues par des marchands arméniens à des fournisseurs étrangers, et qu'on y inscrivait même les dettes contractées par des marchands vénitiens envers des musulmans qui, bien que résidant en Arménie, n'étaient pas sujets du roi.

Ces indications sont plus que suffisantes pour établir l'existence du cartulaire royal et des archives de l'Arménie sous les Roupéniens, et quand bien même les notions précédentes ne se trouveraient pas indiquées dans les pièces que nous venons de rappeler, nous n'en aurions pas moins la preuve que le registre des diplomes, chartes et autres actes émanés de la chancellerie des rois de Sis, existait au temps de la domination arménienne dans la Cilicie. En effet les archives de Venise, de Gênes, de Turin, de Malte, du Vatican, de Naples et de plusieurs autres villes et états, conservent des actes émanés de la chancellerie d'Arménie, et que nous avons transcrits nous-même, en majeure partie, durant le cours de nos différents voyages.

§ 3. Dépôts d'archives qui contiennent des documents relatifs à l'Arménie et bibliographie des chartes roupéniennes.

C'est dans les archives de l'Europe que se trouvent actuellement les seules pièces qui intéressent l'Arménie, et c'est dans les dépôts de l'Italie, que nos investigations ont été dirigées principalement. La plupart des documents qui nous sont parvenus sont redigés en latin,

1) On lit à la fin de l'acte: «Saraceni predicti receperunt plus quam reperiretur in nostris quaternis de l'Aiatio.» Cf. Les commémoriaux des arch. de Venise, Reg. III. fo. 193.

en français, rarement en arménien. La rédaction est conforme à celle en usage dans les chancelleries occidentales du moyen-âge. On y voit figurer des termes que la féodalité avait introduits dans le style de la chancellerie de Sis. Cette dernière remarque a de l'importance, parcequ'elle nous fait connaître d'une manière moins vague l'état des institutions sociales du royaume et des relations établies entre les occidentaux et les Arméniens de la Cilicie.

Les documents relatifs aux rapports de la république de Gênes avec les Arméniens se trouvent à Turin et à Gênes. Les archives de la cour, à Turin, possèdent les originaux des priviléges accordés par les rois de Sis à la république génoise, dans la série qui a pour titre: *Genova, materie politiche, trattati;* mais c'est à l'Université royale de Gênes qu'est resté le *Liber jurium*, en copie originale. Ce codex, qui vient d'être publié dans les *Historiae patriae monumenta*, est le recueil des chartes, priviléges et traités de la république.[1])

Toutes les pièces relatives aux relations de la sérénissime république de Venise avec l'Arménie sont conservées dans les archives des *frari*, à Venise, dans le recueil connu sous le nom de *Patti*, dont l'Académie Impériale de Vienne a entrepris la publication, et dans les *Commemoriali*, vaste ensemble de pièces de toute nature, et qui forment dix-huit volumes.[2])

Les archives de Malte, situées dans le palais de la grande-maîtrise, résidence actuelle du gouverneur anglais, renferment plusieurs des priviléges que les rois d'Arménie avaient accordés aux hospitaliers, et dont la majeure partie a été publiée dans le *Codice diplomatico del ordine jerosolimitano* du père S.-Paoli.[3])

Enfin les registres angevins des archives de Naples, les archives de Barcelone, de Ségovie et de Madrid, celles de la tour de Londres, de Paris, de Montpellier, renferment quelques documents isolés, sur lesquels nous aurons occasion de revenir dans la suite de ce travail.

Mais la source la plus abondante de matériaux consiste dans les pièces déjà publiées et dont les originaux, pour la plupart, sont aujourd'hui perdus. Nous citerons particulièrement le *Codice diplomatico de Paoli*, pour les rapports de l'Arménie avec les hospitaliers; les *Notices et extraits des manuscrits*, les *Historiae patriae monumenta*, pour les relations de ce pays avec Gênes; *Histoire de Chypre* (Documents t. 1 et 2) de Mr. de Mas-Latrie, les *Fontes rerum austriacarum*, pour les relations avec Venise; les *Annales ecclésiastiques* de Baronius, continuées par Raynaldi, *les lettres des papes*, pour les rapports avec le st.-siége; le *recueil de Rymer*, pour les relations avec l'Angleterre etc. etc. Outre ces grands travaux, il y en a encore d'autres, que nous mentionnerons à l'occasion.

Telles sont en resumé les sources où nous avons puisé les données qui nous ont servi à publier le présent travail.

1) Cf., sur les archives de Gênes, les recherches de Mr. de Sacy dans le Magasin encyclop. de Millin (1807), p. 135—147, et mon Rapport au ministre de l'Instr. publique de France, sur les archives de Turin, dans le Bulletin des Sociétés savantes (1858).

2) Cf., sur les archives de Venise, le Rapport de M. Mas-Latrie sur le Liber pactorum ou Patti, dans les Archives des missions scientifiques, t. II, p. 261 et suiv.

3) Cf., sur les archives de Malte, le travail de M. de Rezières dans la Bibl. de l'Ecole des Chartes, 2[e] S. t. II, p. 547, et celui de M. Mas-Latrie dans les Archives des missions scientif. t. V.

§ 4. Renseignements diplomatiques sur les chartes d'Arménie.

Les diplomes émanés de la chancellerie royale d'Arménie étaient écrits sur une feuille de parchemin qui était remise, signée en cinabre, et souvent scellée d'une bulle d'or, avec lacs en soie rouge, à celui ou ceux auxquels le privilége avait été accordé.

La chancellerie faisait rédiger tous ses actes en langue arménienne, la traduction latine ou française en était faite ensuite par des interprètes spéciaux[1]). C'est dans les deux derniers idiomes que nous sont parvenus la plus grande partie des priviléges accordés par Léon II et par ses successeurs aux étrangers et aux ordres religieux, établis dans leurs états à la suite des guerres saintes. Le latin et le français étaient aussi généralement employés dans les correspondances avec les occidentaux, tandis que le dialecte arménien vulgaire de la Cilicie fut toujours la langue de la chancellerie arménienne pour les actes qui n'intéressaient que les nationaux, et n'étaient point expédiés hors du royaume.

Les seuls priviléges en langue arménienne qui nous soient parvenus: sont une charte de franchise commerciale, accordée par Léon III aux Génois, en 1288[2]); une autre en faveur des Siciliens, concédée par Léon V au roi Frédéric, son beau-père, en 1330[3]), et enfin deux priviléges accordés par Ochin et par Léon V aux marchands de Montpellier, qui venaient trafiquer en Arménie.[4])

A dater du règne de Héthoum Ier, deuxième successeur de Léon III, le français commença à être employé dans la chancellerie arménienne. Il était devenu la langue officielle sous les derniers rois, et ne semble avoir été remplacé par l'italien, qu'au XIVe siècle.

L'écriture arméniene, employée dans les chartes, est la même que celle des manuscrits des XIIIe et XIVe siècles; elle est minuscule, à part les rubriques, qui sont en majuscules. Le père S.-Paoli, historiographe de l'ordre de Malte au siècle dernier, qui a vu les originaux de quelques chartes latines concédées aux chevaliers de l'ordre de S. Jean de Jérusalem, ne donne pas de détails particuliers sur les documents, ce qui nous autorise à supposer que l'écriture, au XIIIe et au XIVe siècle, était la même en Arménie qu'en Syrie, en Chypre et en occident, à l'époque des croisades. Nous savons, en effet, qu'il y avait dans les bureaux de la chancellerie arménienne des écrivains latins et des interprètes, qui employaient le même style et se servaient des mêmes formules que les écrivains des cours Frankes de l'orient. Au surplus, plusieurs chartes nous donnent l'assurance, que certains écrivains étaient originaires de la France méridionale.

Les formules employées dans la rédaction des differents actes qui nous sont parvenus, sont identiques à celles qui étaient en usage dans les chancelleries de l'occident. Nous avons réuni les principales formules initiales des chartes d'Arménie, dont voici les rubriques:

---

1) Cf. le chrysobulle de Léon II, aux Génois (1201) dans les Notices et extr. des mss. t. XI, et en particulier celui de Léon III aux Vénitiens, accordé en 1271, où il est dit: «Et le translata el escrit Jeffroi le scrive, inde mot à mot, si cum il es de son escrit en Erminois.»

2) Cf. Notices et extraits des mss., t. XI., p. 97.

3) Cf. le Pazmaveb, journal arménien de Venise.

4) Cf. Dulaurier, Recherches sur la chronologie arménienne, p. 187.

— Sous Léon II: *Leo, Dei gratia, rex Armeniorum;* ou bien: *Dei et romani imperii gratia rex Armeniae;* ou plus simplement: *Dei gratia rex Armeniae.*

— Sous Hétoum I. *Hetom Dei gratia rex Armeniae.*

— Sous Léon III: *Lyon en Crist Deu feel, roy de tote Hermenie;* ou *Legalis servus Dei et per gratiam ipsius rex Armeniae.* Sur le traité de paix signé entre Léon III et le sultan Kélaoun, traité rédigé en arabe, le roi s'exprime ainsi: *Je dis, moi Léon, fils de Hétoum, fils de Constantin, etc.*

— Sous Léon IV: *Lion féal en Crist, roi de tote Erménie.*

— Sous Léon V: *Lion féal en Jesu-Crist, par la grâce et la miséricorde de Dieu, roy de tous Armenes,* traduction exacte de la formule suivante, qui est en tête du privilége de Léon V aux Siciliens: Լեւոն ի Քրիստոս Աստուած հաւատացեալ, շնորհաւքն և ողորմութեամբ նորին թագաւոր ամենայն Հայոց......

— Sous Léon VI, pendant son séjour en Espagne: *Don Leon, por la gracia de Dios, rey de Armenia e señor de Madrid, de Villareal e Andujar.*

Pendant le règne de Léon II, les principaux priviléges octroyés aux étrangers, étaient accordés du consentement de la haute cour, *assensu curiae*[1]), mais plus tard il n'est plus question de l'intervention des barons, qui formaient le conseil du roi, et ce fut le souverain, qui accordait ces priviléges de son *motu proprio.* Léon II, comme tuteur de Raimond Roupēn ou Rupin, prince d'Antioche, son neveu, n'octroyait de priviléges que du consentement de ce prince, *consensu et voluntate;* cette formule était une garantie pour assurer aux donataires la sécurité dont ils étaient appelés à jouir, non-seulement sous son règne, mais encore sous le règne présumé de Raimond Roupēn, qu'il avait déclaré son héritier et qu'il frustra, à son lit de mort, pour donner la couronne à sa fille Isabelle (Zabel).

Il était d'usage en Arménie, de même que dans le royaume de Jérusalem, qu'un fief était censé appartenir à toute la famille du tenancier, c'est-à-dire, non-seulement à l'individu qui le possédait actuellement, mais encore à tous ceux auxquels il pouvait un jour échoir en héritage. C'est pour cette raison que nous voyons Léon II faire approuver ses donations aux hospitaliers, par son neveu Raimond Roupēn, principal intéressé, et quelquefois aussi par la femme de ce dernier.

La validation des actes se faisait au moyen d'une clause particulière, dont nous allons donner un exemple, et en présence de témoins requis et souvent intéressés dans la question qui donnait lieu à l'acte. Cette clause était généralement conçue en ces termes: «*Ad majoris quoque securitatis causam, et ut presens privilegium firmum, stabile et inconvulsum, in aeternum permaneat, sigillo auri meo, ipsum muniri et corroborari feci, et litteris armenicis et latinis in eodem volumine scribi jussi; insuper rubeis apicibus propria manu signavi.*»

Les témoins qui étaient convoqués, pour assister à la lecture de l'acte et donner plus d'authenticité à la pièce, attestaient, par leur présence, que la convention était véritable, et

1) Cf. la charte de Léon II aux Génois (1201) dans les Not. et Extr. des Mss. t. XI.

ils pouvaient être appelés au besoin, dans le cas d'une discussion pour l'exécution du contenu de l'acte. Les témoins, dont les noms se lisent à la fin des chartes, et principalement sur les actes de donation, sont toujours des personnages importants, des grands officiers de la couronne, des évêques, des barons, des frères de la milice ou de l'ordre des hospitaliers; rarement on y voit figurer des personnes étrangères à la noblesse ou au clergé.

Dans les transactions entre particuliers, les témoins sont pris parmi les gens de métier; c'est ainsi que nous voyons, dans une quittance notariée délivrée par le connétable d'Arménie au baïle vénitien de Lajazzo, les noms de plusieurs témoins, suivis de l'indication de leur industrie; ce sont: «Hugues Roger Basile, le tavernier, et Thomas Courtier (censarius).»[1])

Quand le rédacteur de l'acte ne mettait pas la clause relative à la validation, la date servait de preuve. Les dates qui se trouvent exprimées, dans les actes diplomatiques arméniens, sont du plus haut intérêt pour la chronologie, attendu qu'elles sont indiquées de différentes manières, et qu'elles peuvent servir à se contrôler les unes par les autres. La chancellerie se servait le plus habituellement de l'ère dionysienne de l'Incarnation, et quelquefois de l'ère arménienne, dont le point initial est le 11 juillet de l'an 552 de l'ère chrétienne. Quelquefois aussi les rédacteurs ont employé l'indiction, à l'imitation des occidentaux; une charte de Léon V, dont nous avons déjà parlé, nous donne l'assurance que les Arméniens employaient l'indiction grecque, *ընդիքտիոն Հոռոմոց*, et non pas l'indiction latine, comme l'a prétendu le savant auteur de *l'Histoire de Chypre*. Le mot indiction est rendu en arménien par *Թիւ*, ère, dans la confirmation des priviléges accordés aux marchands de Montpellier par Léon V, et par *փոքր Թուականիս*, petite ère, *parvò millesimo*, dans le privilége de Léon III aux Génois. Le plus souvent, dans les pièces écrites en latin, les rédacteurs se servaient du mot *indictio*, que nous lisons dans le privilége de Léon II, accordé aux Génois en 1215, dans une quittance donnée aux Génois par les marchands orientaux, qui avaient éprouvé des dommages, lors du pillage de la galère prise à Gorigos en 1271, et dans une déclaration du connétable Thoros, de 1304, etc.[2])

La chancellerie royale avait son siége à Sis, capitale du royaume. C'était dans l'origine l'archevêque de Sis qui était investi des fonctions de chancelier d'Arménie. Cette charge était une des plus considérables du gouvernement, et donnait à celui qui en était investi la présidence de la seconde cour du royaume, qu'on appelait *Curia sisensis episcopi*. Les pièces diplomatiques nous fournissent une liste, fort incomplète d'ailleurs, des chanceliers d'Arménie[3]). Le chancelier avait sous ses ordres des officiers d'un ordre inférieur qui avaient leur résidence à Tarse et à Lajazzo. L'administration de la chancellerie, sous

---

1) Cf. la quittance donnée par Thoros, connétable d'Arménie, au consul vénitien de Lajazzo, en 1304, Mas-Latrie, Hist. de Chypre, II, 677.

2) Dulaurier, Recherches sur la Chronol. armén. p. 118 et suiv.

3) Cf. la série des chanceliers d'Arménie, dans la liste que nous avons dressée des grands officiers de la couronne, 1re Partie, § 3.

les Roupéniens, se composait de plusieurs fonctionnaires dont les titres étaient dans l'origine: le chancelier latin du roi, *latinus cancellarius regis*, et des écrivains. Plus tard les chartes nous font connaître les mêmes fonctionnaires, portant des titres différents, comme par exemple des notaires particuliers et publics, des interprètes ou drogmans.

Outre la chancellerie royale, chaque consul ou baïle étranger était assisté par des chanceliers ou écrivains. Les ordres religieux, établis en Cilicie, avaient aussi une chancellerie, placée sous l'autorité de châtelains, *castellani*, dont le titre équivaut à celui de commandeur, qu'ils portèrent dans la suite. Ici se présente un fait fort intéressant pour l'histoire de l'organisation consulaire au moyen-âge, c'est l'origine des *cawas* ou gendarmes, attachés à la personne des représentants des puissances en orient. Nous voyons, par le privilége que Léon III accorda aux Génois en 1288, que les baïles étaient accompagnés par un huissier porteur d'un bâton, symbole de l'autorité consulaire; cet huissier est désigné dans les actes sous les noms de *bastonarius* et de *nuncius*. Dans l'acte précité, il est dit que *«lors qu'il arrive dans le royaume un marchand génois, dont la nationalité n'est pas certaine, le consul* (*դունեց*) *et ses prud'hommes examineront si l'homme est bien ce qu'il prétend, et, si sa nationalité est prouvée, le consul enverra son huissier porteur du bâton,* nuncius cum baculo suo, *à la douane* (*բայտոուն*), *qui seule a le droit de donner la libre pratique aux étrangers.»*

Les rois d'Arménie, à l'exemple des autres souverains chrétiens de l'Europe et de l'Asie, avaient adopté l'usage de signer en cinabre leurs diplomes et leurs lettres. Sous Léon II cet usage était déjà en vigeur, et Paoli, dans son *Codice diplomatico*, a donné plusieurs spécimens des signatures autographes de Léon II et d'Héthoum I[1]). Les signatures en cinabre furent d'abord le privilége exclusif des empereurs d'orient[2]), et dans l'origine, nul autre que le souverain n'avait le droit d'employer l'encre de pourpre[3]). Cependant Nicétas fait remarquer qu'il arrivait quelquefois que les princes du sang et les principaux officiers de la couronne se servaient aussi de cinabre[4]). A l'exemple des empereurs de Constantinople, les Carlovingiens en France, les despotes de la Servie, les princes de Bénévent, le podestat de Romanie[5]), les archevêques de Capoue, voire même les sultans seldjoukides de Konieh[6]) signèrent en cinabre.

A la fin des diplomes arméniens, on lit une formule spéciale qui fait connaître que les rois signaient avec l'encre de pourpre: *«Insuper rubeis apicibus propria manu signavi, — propria manu rubeis litteris armenicis illud signavi, — presentem paginam subscriptione rubea facta mea propria manu,* formule qui sous les derniers Roupéniens fut traduite de la sorte: *Ci avons escrit l'escrit de nostre main vermeil, — nos y avons escrit le roial haut escrit de notre main.* Léon V, dans un privilége accordé aux Vénitiens en 1333, varia la formule: *Apposuimus cy-*

1) Paoli, Codice diplomatico dell' ord. di Malta. t. I. p. 518.

2) Constantin Manassès, p. 55, et Georges de Pisidie, in Hexaemero, dans la collect. des auteurs de l'histoire byzantine (Ed. de Paris).

3) Cod. Justin. Liv. I, Tit. 26, Loi 6.

4) Nicetas, in Is. Comn. Liv. III. 15, coll. byzantine.

5) Fontes rerum austriacarum, diplom. et act., XII. Bd. I Theil, p 571—574.

6) Liber pactorum, Reg. I. p. 155 et Reg. II. p. 169, aux archives de Venise.

rographum nostrum, expression qui répond à l'arménien : *և յաղագս առաւել հաստատութե ձեռնագրեցաք մերով թագաւորական բարձր ձեռնագրեաւս*, qu'on lit dans le diplome de Léon V aux Siciliens.

Léon VI, exilé de sa patrie, signa en Espagne une charte de franchise en faveur des Madrilènes, dont il était seigneur, et employa la formule castillane: *Sobre este mandamos dar esta nuestra carta firmada de nuestro nombre.*

Dans les deux chartes de Montpellier, non-seulement le nom des rois est en cinabre, mais les dates que ceux-ci avaient écrites, de leur main, au bas des actes, sont en encre de pourpre. Sur la première de ces pièces, qui émane du roi Ochin et porte la date 1314, toute la formule suivante est en cinabre: *Ի ունվարն է, Օւշին † թագաւոր*, «*Le 7 janvier, Ochin † roi.*» Sur la seconde, qui est de l'an 1321, c'est-à-dire de la première année du règne de Léon V, et alors qu'il était sous la tutelle des deux Héthoum, baïles du royaume, on lit, écrit de la main du roi, *Ի մեծ թվլ չհ*, «*Dans la grande ère 770.*»

Les signatures apposées par les rois d'Arménie sur leurs actes sont écrites en plusieurs langues. Le roi Léon II, dans deux actes, signa son nom en grec Λεο, précédé d'une croix, et après son nom, il ajouta en arménien *թագաւոր Հայոց*.

Une seule fois, dans une charte de donation, octroyée par Roupēn, prince d'Antioche, il signa simplement † Λεο.

La signature d'Héthoum I était en arménien: *Հեթում թագաւոր Հայոց*.

Léon III signait aussi en arménien: † *Լեւոն թագաւոր Հայոց*.

Nous avons tout lieu de conjecturer, d'après la rubrique des diplomes de Léon IV, que ce prince signait de la même manière que Léon III et Héthoum I.

La seule signature d'Ochin que nous connaissions porte tout simplement *աւշին † թգ.*

Sous Léon V, nous voyons apparaître une nouvelle formule dans la signature. Ce prince signa le privilége accordé aux Siciliens de cette manière: † *Լեւոն թագաւոր ամենայն Հայոց*, et sur un diplome, rédigé en latin, par lequel il accorda des priviléges aux Vénitiens, il traduisit ainsi sa signature : † *Leo rex omnium Hermenorum.*

Enfin la signature de Léon VI, pendant son séjour en Espagne, se réduisit à ces simples mots: *Rey Leon.* Gonzalès d'Avila, qui a publié la charte de Léon VI, où cette signature a été apposée, dit que le nom du roi était tracé en cinabre, *de lettra colorada.*

Les rois de la Petite-Arménie firent très souvent usage de sceaux d'or, à l'exemple des empereurs de Byzance et des rois de Sicile[1]). Aucun sceau des rois d'Arménie n'est arrivé jusqu'à nous, quoiqu'il en soit souvent fait mention dans les actes arméniens. Deux pièces nous ont cependant conservé la description des sceaux de Léon II et de Léon VI. Dans le privilége accordé par Léon II aux Génois, en 1201, nous lisons ce qui suit:

«Ejus (Leonis II) sigilli auri impressione munitis, in quo erat ab una parte ymago regis sculpta cum corona in capite, tenens in dextra crucem, in leva vero tenens formam

1) Sur les sceaux des rois d'Arménie, cf. notre travail inséré dans la Revue Archéologique, XIe année, p. 630 et suiv.

quasi floris lilii, et erant ibi litterae, ut credito, armenicae circumscriptae, quas ignoro. Ab alia vero parte erant quedam forma quasi leonis coronati tenens crucem in pede cujus circumscriptio, sicut credo, litteris armenicis prenotatis . . . . .» Sur le renouvellement de priviléges accordés par Léon II aux Génois, en 1215, nous trouvons, en d'autres termes, une description analogue du sceau de ce prince: «Erat autem predictum authenticum sigillatum sigillo aureo pendenti domini Leonis Dei gratia regis Armeniae, in sculptura cujus sigilli erat, ab una parte, ymago ipsius domini regis sedentis in cathedra coronatus, tenens in manu dextra pomma auri cum cruce superius, et in sinistra manu florem lilii; ab alia parte vero sigilli erat sculptus leo, quasi agnus Dei coronatus, tenens in pede dextro crucem, litterae vero quae in circuitu sigilli erant, cum non essent latinae, legi non potuerant.» En lisant ces deux descriptions qui, dans le fond, sont identiques, bien que différentes par la forme, on est frappé de la ressemblance qui semble résulter de leur lecture avec une monnaie d'argent de grand module, appartenant au règne de Léon II, dont voici la description: † ԼԵՒՈՆ ԹԱԳԱՒՈՐ ԱՄԵՆԱՅՆ ՀԱՅՈՑ, — Léon, roi de tous les Arméniens. — Le roi vu de face, la couronne sur la tête et revêtu de ses ornements royaux, est assis sur un trône, dont les côtés sont terminés par des lions; il tient de la main droite un globe crucigère et de la gauche une fleur de lys. — Grènetis au pourtour.

℞. † ԿԱՐՈՂՈՒԹԵՄՆ ԱՍՏՈՒԾՈՅ, — Par la puissance de Dieu. — Lion couronné, passant à gauche; derrière lui une croix double; devant, une rosace. Derrière et sous le lion, un globule. — Grènetis au pourtour.

Argent. Diamètre 16 millim. (Cf. Revue archéolog. XIIe ann., p. 483). Le sceau d'or de Léon II est cité dans un privilége accordé par ce prince aux Vénitiens en 1210; dans une charte de 1207, par laquelle Raimond Roupēn fait une donation territoriale aux hospitaliers; dans une lettre de Léon II au pape Innocent III, datée de 1210; dans une promesse contractée envers les hospitaliers en 1210 etc.

Le sceau d'Héthoum I était appendu à l'original du contrat de mariage de la princesse Euphémie (Fémie) sa fille, avec Julien, sire de Sagette, et sur un privilége accordé par Héthoum et la reine Isabelle aux Vénitiens, en 1245.

Léon III scella aussi ses diplomes avec une bulle d'or. L'acte par lequel il accorda des priviléges aux Vénitiens, en 1271, portait *«et l'avons garni de nostre bulle d'or,»* expression qu'on retrouve sur le diplome par lequel Léon IV renouvela, en 1307, les priviléges des Vénitiens.

Léon V, à l'exemple de ses prédecesseurs, faisait aussi appliquer son sceau d'or sur ses diplomes. Le privilége de 1330, accordé aux Siciliens, dit formellement *«և կնքեցաք արքանական ոսկի վուլուս, et l'avons scellé de notre bulle* (*վուլուս*) *d'or*, formule qu'un scribe latin traduisit, en 1333, dans un privilége accordé par ce prince aux Vénitiens, par les mots: *«Et sigillavimus nostrae regiae majestatis aurea bulla.»* Pegolotti, en donnant le détail des priviléges octroyés aux étrangers par les rois de Sis, dit que la Compagnie des Bardi de Florence, dont il était le représentant en Chypre et en Arménie, obtint à sa sollicitation

du roi Léon V des priviléges scellés d'une bulle d'or: «*E dìoci hanno* (*i Bardi*) *privileggio con suggello doro pendente del suggello del re d'Armenia.*» Ce diplome porte la date 1335. Outre le sceau d'or, Léon V employa aussi un petit sceau, dont il est fait mention à la fin d'un acte de réclamations adressées à ce prince par les Vénitiens, en 1320—21: «*In quorum omnium testimonium fecimus presentem rotulum nostri parvi sigilli, quo in regno nostro utimur, appensione muniri.*»

Le sceau dont Léon VI se servit pendant son séjour en Espagne est décrit dans l'histoire de Gonzalès d'Avila, à la suite d'un diplome que cet historien publia et dont nous avons déjà parlé: «*El sello de cera colorada tiene un castillo con dos leones, encima una corona real, y por timbre dos ramos, en medio un grifo con esta letra,* REGIS ARMENIAE LEONIS V.»

On conserve à Venise, dans le Musée du couvent arménien de St.-Lazare, un sceau en cornaline, représentant deux lions, séparés par une croix au pied fleuri. Ce curieux monument a été trouvé en Cilicie par le P. Etienne, Mékhitariste, qui l'a offert à son monastère.

§ 5. Des actes dont se compose actuellement la série des pièces relatives à la diplomatique arménienne.

Les archives de l'Arménie, dont les lambeaux épars sont disséminés, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, dans les dépôts des états de l'Europe, se composent actuellement de plusieurs sortes de chartes, sur lesquelles nous donnerons quelques explications. Voici la liste de ces différentes pièces:

1° Donations faites par le pouvoir royal, aux ordres religieux, fondés aux croisades.
2° Donations aux étrangers, établis dans le pays, et qui se livraient au commerce.
3° Priviléges commerciaux aux marchands étrangers.
4° Renouvellement de priviléges.
5° Confirmations de priviléges.
6° Ventes et accords entre Arméniens et étrangers.
7° Transactions à l'amiable et réclamations.
8° Tarifs de douanes.
9° Quittances et bordereaux.
10° Rapports des étrangers sur le commerce, adressés à leurs gouvernements.
11° Traités de paix entre l'Arménie et les puissances chrétiennes et musulmanes.
12° Rapports sur l'état politique du pays et sur les relations commerciales.
13° Rapports sur des alliances et accords politiques.
14° Contrats de mariage.
15° Testaments.
16° Correspondances des rois, du clergé et de la noblesse, avec la cour de Rome, traitant d'affaires politiques et religieuses.

17° Réponses des papes.

18° Rapports des légats du St.-Siége au pape, sur l'état religieux de l'Arménie.

19° Bulles des papes.

20° Les actes des conciles tenus en Cilicie, sous la monarchie roupénienne.

21° Les listes des grands officiers de la couronne, des membres de la noblesse et du clergé.

22° Correspondances des rois avec les puissances occidentales.

23° Lettres de créance des ambassadeurs arméniens.

24° Sauf-conduits et passe-ports etc. etc.

Nous ne nous arrêterons pas sur chacun des articles de cette nomenclature, nous dirons seulement quelques mots sur ceux qui exigent des éclaircissements. Parlons d'abord des donations faites aux hospitaliers. Les donations méritent bien ce nom pour la plupart, et les rois qui les avaient faites voulaient ainsi, dans l'origine, s'attacher des guerriers qui, au besoin, pouvaient leur prêter leur concours, dans les luttes qu'ils avaient à soutenir contre les musulmans. Mais plus tard les donations n'étaient, le plus souvent, que des ventes déguisées, attendu que le donataire payait habituellement au donateur une somme d'argent qui représentait, à peu de chose près, la valeur de la chose donnée. On préférait cette forme, qui paraissait plus méritoire aux yeux de Dieu, et qui donnait une couleur d'aumône à un contrat, éloignant ainsi l'idée d'un marché [1]). Quelque fois l'acte était plus clair; tout déguisement était mis de côté, et le rédacteur énonçait fidèlement la transaction; alors c'était un contrat de vente en bonne forme. Souvent, aussi, l'acte est rédigé en forme de créance hypothécaire ou d'antichrèse; la rédaction ne cherche plus à dissimuler le marché; au contraire il semble qu'elle a pris à tâche de stipuler tous les points de la convention, dans un style notarié, qu'il est rare de trouver ainsi formulé dès le XIIe siècle.

Les capitulations ou priviléges, outre les concessions qu'ils font au commerce, contiennent aussi des donations, et accordent certains droits; sous chaque prince on les renouvelait pour en assurer la durée, et de plus on y ajoutait d'autres clauses, toujours en faveur de ceux auxquels les priviléges étaient accordés. Ainsi, à chaque renouvellement de règne, les souverains arméniens se laissaient arracher des concessions de plus en plus étendues, et le pouvoir royal aliénait d'autant et ses droits et ses prérogatives.

Les traités de paix sont conçus de différentes manières; il n'y a pas de style arrêté. Tantôt c'est la chancellerie arménienne qui rédige l'acte, tantôt, mais les cas en sont fort rares, c'est la chancellerie musulmane qui se charge de la rédaction. Le traité entre Léon IIIe et Kélaoun, signé en 1285, contient des formules vraiment singulières, et un formulaire arabe de la chancellerie du Kaire nous a conservé la série des préambules que les sultans d'Egypte employaient dans les lettres qu'ils adressaient aux rois de Sis.

---

1) Cf. Guérard, Cartulaire de S.-Père de Chartres, t. I, p. 227, No. 228 dans la Collection des docum. inédits de l'histoire de France.

Examinons maintenant les documents dont se composait surtout le cartulaire royal; nous voulons parler des priviléges accordés par les rois aux marchands occidentaux. Ces priviléges se divisent en deux catégories: 1° ceux qui étaient concédés aux nations les plus favorisées, lesquelles possédaient des établissements permanents dans le royaume et s'y livraient à un commerce régulier et suivi, comme les Génois et les Vénitiens, et 2° ceux qui étaient octroyés aux marchands des pays qui n'entretenaient avec l'Arménie que des relations temporaires ou bornées à certaines opérations, comme les Pisans, les Catalans, les Siciliens, les Provençaux et les Languedociens.

Les Vénitiens, de même que les Génois, dont le commerce était très actif et trés étendu dans la Petite-Arménie, et qui possédaient dans les villes de ce pays des comptoirs, des magasins, des églises et des maisons, avaient avec les Arméniens des rapports continuels qu'il fallut réglementer. Les priviléges que la cour de Sis leur accorda avaient pour objet non-seulement de fixer les tarifs de douane, mais encore de formuler les dispositions du droit civil et pénal, applicable dans certains cas particuliers, en conformité ou en dérogation avec la loi arménienne. Ces traités nous offrent le modèle des plus anciennes capitulations qui aient régi les Européens en Orient. Ils paraissent, sauf deux, qui sont le privilége accordé, en 1288, aux Génois et celui de 1333, concédé aux Vénitiens, avoir été tous rédigés d'après une même formule, usitée dans la pratique de la chancellerie arménienne. Les stipulations qu'ils contiennent peuvent être ramenées à cinq chefs principaux:

1° Les tarifs des douanes et autres droits commerciaux perçus sur les marchandises étrangères.

2° Les dispositions relatives au droit de bris et aux naufrages.

3° Celles qui concernent les successions testamentaires ou *ab intestato*.

4° Les procès civils et criminels.

5° L'état des personnes.

Nous allons examiner successivement chacune des données qui nous sont fournies par l'étude des priviléges, en commençant par ceux accordés à Gênes et à Venise.

Les Génois furent les premiers navigateurs auxquels les rois d'Arménie accordèrent des priviléges commerciaux. Ils obtinrent leurs premières capitulations du roi Léon II, dans le courant de l'année 1200. Mais il paraît que ce chrysobulle n'était qu'une ébauche des priviléges que les Génois devaient obtenir par la suite des rois d'Arménie, car dans un autre chrysobulle, accordé par Léon II, on remarque des clauses nouvelles qui servent, pour ainsi dire, de corollaire au premier acte. De même, dans le privilége que Léon III leur accorda et dans le résumé du diplome d'Héthoum II, cité par Caffaro, nous trouvons encore des articles additionnels, complétant le premier privilége. Les priviléges accordés aux Génois sont au nombre de quatre, savoir:

1° Privilége de Léon II, accordé en 1201.

2° Privilége de Léon II, accordé en 1215.

3° Privilége de Léon III, accordé en 1288.

4° Privilége d'Héthoum II, accordé en 1289.

Dans les deux chrysobulles de Léon II il est stipulé que les Génois auront le droit de circuler dans le royaume, d'entrer dans les ports et d'en sortir, de vendre et d'acheter sans payer de droits. Mais comme il n'avait pas été question dans le premier acte des droits que la couronne percevait au passage des défilés du Taurus, qui se trouvaient dans les domaines des barons feudataires du royaume, il est dit expressément dans le diplome de 1215 que les Génois ne payeront aucun droit de douane en Arménie, sauf dans les passages situés sur les terres d'Othon de Tibériade, d'Adam de Gastim, de Vahran de Gorigos et de Léon de Gaban, à moins que ces différents domaines ne retournent à la couronne; dès-lors le roi n'exigerait aucun droit de péage des Génois. Les ambassadeurs de Gênes ne sollicitèrent que plus tard, en 1289, la diminution des impôts qui pesaient sur les marchandises que les sujets de la république transportaient à travers le royaume, dans les états musulmans du voisinage. Dans son premier chrysobulle, Léon II accorde aux Génois, dans toute l'étendue de son royaume, une protection spéciale, pour eux, leurs biens et leurs marchandises, en même temps que le roi se désiste complètement du droit de bris, qui pesait sur tous les navires génois naufragés sur les côtes du royaume. Le même acte stipule également, que les différends qui surviendraient entre des Génois seraient jugés par un tribunal composé de gens de cette nation, et que les difficultés survenues entre des Génois et des Arméniens seraient jugées par la haute cour du roi. Il est dit encore que si un Génois était dépouillé par un malfaiteur, le roi lui ferait rendre ses biens ou sa marchandise sans exiger de droits. En accordant aux Génois un tribunal pour juger leurs différends, le roi, dans un second chrysobulle, s'était cependant réservé le droit de juger les cas de vol et de meurtre qui n'avaient pas été réservés dans le premier acte. Les dispositions relatives aux droits de succession n'apparaissent que dans le privilége de 1288, octroyé par Léon III. Il est dit que si un Génois meurt *ab intestat*, ses biens seront remis aux Génois; si un Génois ayant épousé une Arménienne possède des biens héréditaires et vient à mourir *ab intestat* ou sans héritiers, ses biens appartiendront aux Génois, et les possessions qui lui viennent du chef de sa femme feront retour au domaine royal. Quoiqu'il ait été établi dans les priviléges que les Génois étaient exempts de droits à l'entrée et à la sortie des marchandises dans les états du roi, et que ce fait soit confirmé par le témoignage de Pégalotti, il paraît cependant que ceux-ci étaient astreints à acquitter certains droits de douane, qui sont longuement énumérés dans le privilége de Léon III, daté de 1288. On ne s'expliquerait pas cette contradiction, si l'on n'admettait que les Arméniens exigeaient de tout étranger qui venait trafiquer deux sortes de droits, les droits fixes et les droits proportionnels ou *ad valorem*. Les droits fixes étaient ceux que devaient acquitter sans exception les marchands étrangers qui n'avaient pas reçu l'entière franchise de droits de douane, lesquels pouvaient s'élever jusqu'à 4 pour cent, tandis que les droits proportionnels étaient obligatoires sans exception, pour tous les marchands dans la même proportion.

Dès l'année 1201, les Vénitiens avaient obtenu des rois d'Arménie des priviléges

étendus. Ces priviléges se renouvelaient à la demande des Vénitiens, à chaque changement de souverain, dans l'intention de se faire octroyer de nouvelles franchises. Six des chrysobulles accordés par les rois d'Arménie aux Vénitiens nous sont parvenus, et même on peut ajouter à cette liste un privilége d'Ochin dont la rédaction avait été préparée, mais que la mort de ce prince empêcha de promulguer.

1° Privilége de Léon II, en 1201.
2° Privilége d'Héthoum I et d'Isabelle, en 1245.
3° Privilége de Léon III, en 1271.
4° Privilége de Léon IV, en 1307.
5° Projet de privilége d'Ochin, vers 1320.
6° Privilége de Léon V, en 1321.
7° id. en 1383.

Tous ces priviléges sont rédigés dans le même sens et ne sont, pour ainsi dire, qu'une répétition les uns des autres, avec quelques modifications toujours au profit des Vénitiens. Ils étaient écrits d'abord en arménien, d'après une formule unique dont la chancellerie conservait le modèle dans ses bureaux, et étaient traduits ensuite en latin ou en français par des interprètes, après quoi les expéditions authentiques, signées du roi et scellées d'une bulle d'or, étaient remises aux intéressés. Ces chrysobulles contenaient un grand nombre d'articles, concernant les tarifs des douanes perçus sur les marchandises étrangères, les dispositions relatives au droit de bris et aux naufrages, aux sanctions testamentaires ou *ab intestat*, aux procès civils et criminels, et enfin à l'état des personnes. Pour se mettre complètement au niveau de la manière de gouverner des princes franks de Syrie, Léon II permit aux Vénitiens de venir se fixer dans son royaume et de s'y livrer au commerce. Il donna à leurs navires la faculté de fréquenter les ports de la Cilicie, et leur accorda sa protection. Les diplomes d'Ochin II et de ses successeurs, accordés aux Vénitiens, stipulent que les Vénitiens pourront librement circuler dans tout le royaume avec ou sans marchandises, qu'ils pourront se livrer au commerce d'importation et d'exportation, qu'ils auront la faculté de vendre et d'acheter sans payer aucun droit, sauf au défilé de Portella, où ils devront acquitter le péage. Une autre réserve était faite par le roi pour le cas où les Vénitiens apporteraient de l'or et de l'argent en Arménie pour battre monnaie; les lingots étaient frappés d'un droit, comme à Acre; mais si les métaux précieux qu'ils introduisaient dans le pays ne devaient pas être convertis en numéraire, ils étaient exempts de droits. Pégalotti, qui a résumé le contenu des chrysobulles, confirme le fait en disant: « que les « Vénitiens et leurs marchandises sont exempts de droits en Arménie, soit en entrant, soit en « sortant, mais qu'ils ont à payer un pour cent de droit de pesage pour les métaux pré- « cieux que l'on pèse à la douane. » Les Vénitiens avaient encore le droit de traverser le royaume avec leurs marchandises quand ils voulaient se rendre dans les états voisins, soit chrétiens, soit musulmans, et ils pouvaient rentrer dans le royaume. Le roi s'engageait en outre à les protéger pendant leurs voyages, à punir les coupables qui tenteraient de les

dépouiller en chemin et à faire restituer les objets volés. A partir du règne de Léon IV, qui renouvela aux Vénitiens les trois priviléges de ses prédécesseurs, on voit apparaître dans les chrysobulles de nouvelles concessions, telles que la liberté pour les Vénitiens de demeurer tant qu'ils voudront dans le royaume, à la condition toutefois que lorsqu'un Vénitien voudrait quitter le pays, le baïle serait tenu d'en informer les officiers du roi. Il était stipulé aussi que la commune de Venise était responsable des dommages causés au roi par un de ses membres. Il paraît que des Vénitiens qui faisaient le commerce de la banque s'étaient vus souvent trompés par des Arméniens qui, ne soldant pas leurs dettes à leurs créanciers, trouvaient protection auprès des officiers du roi; aussi les chrysobulles, à dater de Léon IV, stipulent formellement l'obligation pour un Arménien d'obtenir, pour emprunter de l'argent à un Vénitien, l'autorisation du baïle vénitien et l'insertion de l'acte d'emprunt sur le registre de la capitainerie du royaume. Le commerce d'exportation et d'importation en général était, d'après le texte même des capitulations, exempt de toute taxe et de tous droits; seulement à partir du règne d'Ochin, il s'était introduit des abus, qui, en 1320, donnèrent lieu à des réclamations de la part des Vénitiens. Le roi consentit à faire droit à la supplique que lui fit parvenir la république et exempta de tous droits de douane les marchands vénitiens, leur donna la liberté de vendre l'or et l'argent en lingots sans entraves, moyennant un droit fixe, l'autorisation de vendre à crédit toute espèce de marchandises, l'exemption des péages aux bacs des fleuves, et la faculté de traverser son royaume pour aller à Tauris. Ces capitulations d'Ochin furent peu observées, à ce qu'il paraît; la concussion des fonctionnaires arméniens mettait sans cesse obstacle à la liberté du commerce vénitien, et de nouvelles réclamations furent adressées par le doge à Léon V. Celui-ci fit rédiger un nouveau chrysobulle où il était arrêté en principe: 1° que les droits sur le tissage des étoffes seraient abolis; 2° que l'exaction du tacolin par semaine, sur les taverniers, ne serait plus perçue, à la condition que les marchands de boissons seraient punis, s'ils trompaient sur la mesure, et n'acquittaient pas exactement et fidèlement la taxe du trésor royal; 3° que les droits sur les cuirs et pelleteries, sur les laines et les draps seraient abolis; 4° enfin que les officiers du roi ne payeraient plus en blé et en sel les sommes dues par eux à des Vénitiens. La protection accordée par les rois de Sis aux Vénitiens leur fut octroyée dès l'année 1201 par Léon II, et cette coutume fut en vigueur pendant toute la durée de la dynastie roupénienne. La même année, le droit de bris fut aboli en faveur des Vénitiens seulement, ainsi que le droit d'aubaine. Les rois d'Arménie modifièrent aussi la législation en faveur des sujets de la république de Venise. Ainsi, dès le règne de Léon II, les Vénitiens étaient jugés par un tribunal composé de gens de leur nation, et à leur défaut par l'archevêque de Sis, qui présidait la *Curia sisensis episcopi*, seconde cour du royaume. Sous le règne de Léon III la république avait envoyé un baïle en Arménie, et ce fut lui qui fut chargé de juger les différends des Vénitiens. Mais quand il y avait meurtre d'un étranger par un Vénitien, la haute cour du roi était seule compétente pour connaître le crime.

*

Passons maintenant à l'étude des priviléges des nations moins favorisées. Les Persans, à ce que nous apprend Pégalotti, avaient obtenu en Arménie quelques facilités pour s'y livrer au commerce; seulement, comme ils n'avaient point d'établissements fixes dans le royaume, ils payaient à l'entrée et à la sortie de la douane arménienne un droit fixe de 2 pour cent sur les marchandises. Les Siciliens n'obtinrent de priviléges que sous Léon V, à la suite du mariage que ce prince contracta avec Constance, veuve de Henri II, roi de Chypre, et fille de Frédéric II, roi de Sicile. A la demande de Frédéric, le roi Léon V octroya, en 1331, aux Siciliens un chrysobulle qui modifiait à leur avantage le tarif des douanes arméniennes. Ainsi au lieu des 4 pour cent qu'ils étaient tenus de payer sur les marchandises qu'ils importaient ou exportaient de la Cilicie, ils ne durent plus acquitter que deux pour cent, plus un courtage de 1 pour cent. Léon V stipulait dans son privilége que les différends des Siciliens seraient jugés par la haute cour, ce qui prouve qu'ils n'avaient point de baïle dans le royaume, ni d'établissements fixes. Pégalotti nous apprend que, quelques années après, les Siciliens furent traités sur le pied des nations les plus favorisées, et qu'ils n'acquittaient plus qu'un droit de 1 pour cent, pour le péage des matières d'or et d'argent.

Les Bardi, riche famille florentine, dont le commerce était immense et les richesses considérables, avaient obtenu pour leur compagnie, en 1335, un chrysobulle du roi Léon V, qui les exemptait de tous droits, ce qui assimilait cette société de marchands à une véritable puissance politique. A quoi tenait cette faveur? nous ne pouvons le savoir, car l'acte original, qui devait donner les raisons de cette insigne distinction, est perdu, et ce que nous savons du contenu se résume aux quelques lignes que Pégalotti lui a consacrées. Sans doute les Bardi avaient prêté au roi de fortes sommes pour l'aider à refaire son trésor, que les guerres avec les musulmans avaient épuisé, et en récompense de ce service, Léon V leur avait concédé les plus grands priviléges commerciaux.

Les relations commerciales des Provençaux et des Languedociens avec les Arméniens sont attestées par beaucoup de monuments. Pégalotti cite principalement les villes de Nîmes et de Montpellier, comme ayant des rapports suivis avec la Cilicie. Mais ce ne fut guère que sous le règne d'Ochin, en 1314, que les marchands du Languedoc obtinrent un permis pour trafiquer dans le pays, moyennant un droit fixe de 2 pour cent sur les marchandises. Deux chartes, conservées dans les archives municipales de Montpellier, prouvent que le roi Ochin et son fils Léon V accordèrent aux gens de cette ville le droit de commerce en Arménie, aux mêmes conditions que les Catalans et la compagnie des Péruzzi de Florence, tandis que les autres marchands, qui n'avaient point obtenu de priviléges spéciaux, payaient le droit exorbitant de 4 pour cent sur toutes les marchandises.

---

§ 5. Catalogue des chartes d'Arménie et des pièces diplomatiques relatives à ce royaume, dressé par ordre chronologique.

Règne de Léon II (1185; roi 1198—1219).

1. — 1197. Léon II, prince d'Arménie, demande à l'empereur d'Allemagne et au Saint-Siége de porter le titre de roi. (Michel le Syrien, Chronique ms. — Le connétable Sempad, Chronique ms. — Guiragos, Hist. d'Arm. ms.)

2. — 1197. Traité de Léon II avec le Saint-Siége, par lequel ce prince se soumet aux conditions exigées par le pape et fait une donation territoriale à l'église. (Vincent de Beauvais, Specul. histor., lib. XXXI, cap. 29. — Galanus, Conciliat. eccl. arm. cum Rom., cap. XXV, p. 376 et suiv.)

3. — 1198. Lettre d'Alexis-l'Ange, empereur de Constantinople, à Léon II, pour le féliciter de son couronnement. (Guiragos, Hist. d'Arm. — Sempad, Chron. — Tchamitch, Hist. d'Arm., t. III, p. 166.)

4. — 1198. Lettres des évêques de Dzoroked, de Haghpad et de Sanahin, à Léon II, pour lui dénoncer saint Nersès de Lampron, archevêque de Tarse, qui, dans ses écrits, penchait pour l'église latine, et cherchait à faire abandonner aux Arméniens leurs rites nationaux. (Tchamitch, t, III.)

5. — 1198. Réponse de S. Nersès de Lampron, à Léon II, pour se justifier des accusations portées contre lui. (Lettres du patr. Grégoire Dĕgh'a et de S. Nersès de Lampron. (En arm., Venise, 1838, in-18, p. 203—281.)

6. — 1198. Lettre du patriarche Grégoire VI, Abirad, au pape Innocent III, pour lui annoncer le couronnement de Léon II, comme roi d'Arménie, et lui demander des secours. (Baluze, Lettres d'Inn. III, liv. II, lett. 217, p. 482. — Raynaldi Ann. eccles., t. I, ad ann. 1199, No. 65. — Galanus, c. XXIII, p. 346.)

7. — 23 nov. 1198. Lettre d'Innocent III, en réponse à celle du patriarche Grégoire, dans laquelle il lui promet des secours. (Baluze, L. d'Inn., III, 218. — Raynaldi, No. 66. — Galanus, XXIII, 348.)

8. — 23 mai 1199. Lettre de Léon II à Innocent III, pour lui demander des secours contre les infidèles. (Baluze, Inn. III, II, 219. — Raynaldi, No. 66. — Galanus, XXIII, 357. — Cf. l'Encyclique d'Inn. III aux pères du conc. de Vienne, Liv. II, 271.)

9. — 24 nov. 1199. Lettre d'Innocent III, en réponse à la précédente, dans laquelle il engage le roi d'Arménie à persister dans la foi catholique et lui promet des secours. (Baluze, Inn. III, II, 220. — Raynaldi, No. 66. — Galanus, XXIII, 359.)

10. — 17 déc. 1199. Lettre d'Innocent III à Léon II, l'engageant à persévérer dans la foi catholique et lui annonçant l'envoi de l'étendard de St. Pierre. (Baluze, Inn. III, II, 255. — Spondanus, Ann. eccl., t. I, p. 22, IX. — Raynaldi, No. 68. — Galanus, XXIII, 362.)

11. — 17 déc. 1199. Lettres d'Innocent III aux comtes Paganus et Arronus et aux autres barons, chevaliers et sujets de Léon II, rédigées dans le même sens. (Gesta Innoc. III et Baluze, Inn. III, II, 254.)

12. — 17 déc. 1199. Lettre d'Innocent III à Hugues de Tibériade, à Rodolfe et à Othon, ses frères, rédigée dans le même sens. (Baluze, Inn. III, II, 255.)

13. — 1199. Lettres de Léon II à Innocent III. (Archives du Vatican. — Pertz, Archiv der Gesellsch. für ältere deutsche Gesch., t. VIII, p. 26.)

14. — mars 1201. Chrysobulle de Léon II, octroyant à Baudoin de Rogerio, ambassadeur de Gênes, des priviléges à la république. (Archives de Gênes, Liber jurium, ms. t. I, fo. 231. — Arch. de la cour à Turin, Lib. jur., p. 230. — Notices et extr. des mss., t. XI, p. 19. — Historiae patriae monumenta; Lib jur. t. I, col. 468. No. 461. — Bibl. du roi à Turin; Sim. Nicolita, Memorie sopra il comm. de Genov., ms. p. 33.)

15. — déc. 1201. Chrysobulle de Léon II, octroyant à Jacq. Badoaro, ambassadeur du doge H. Dandolo, des priviléges aux Vénitiens. (Arch. de Venise; Potti, Reg. I, 167., Reg. II, 6.; Cod. Trevisan. de la bibl. de St.-Marc. — Archivio stor. ital., App. 29, p. 361. — Fontes rerum Austriac., dipl. et acta. t. XII, p. 373, 381, No. 94.)

16. — 1202. Lettre du patriarche Grégoire VI à Innocent III, sur la suprématie du pape et sur les persécutions endurées par l'église d'Arménie. (Baluze, Inn. III, V, 44. — Raynaldi, 1202, No. 41.)

17. — 1 juin 1202. Lettre du pape, en réponse à la précédente, dans laquelle il annonce au patriarche d'Arménie une croisade en Terre-Sainte. (Baluze, Inn. III, V, 45. — Raynaldi, No. 43.)

18. — 1202. Lettre de Jean, archevêque de Sis, chancelier du royaume d'Arménie, à Innocent III, pour lui demander le pallium, la mitre et des indulgences pour les guerriers arméniens qui combattent contre les infidèles. (Baluze, Inn. III, V, 46. — Spondanus, t. I, 1202, No. 3. — Raynaldi, No. 44.)

19. — 1202. Lettre d'Innocent III à Jean arch. de Sis, en réponse à la précé-

dente, et dans laquelle il lui accorde ce qu'il a demandé. (Baluze, Inn. III, V, 47. — Spondanus, No. 3. — Raynaldi, No. 45.)

20. — avril 1210. Lettre de Léon II à Innocent III, dans laquelle il lui fait connaître la conduite honorable des hospitaliers de la Cilicie, et lui annonce qu'il a donné à l'ordre Sélefké, Château-Neuf (Norpert), Camardésie, avec toutes leurs appartenances. (Arch. de Malte, à Cité-Vallette, dipl. orig. fasc. III, dipl. secr. 1. — Pauli, Cod. diplom. I, 94. — Raynaldi, 1210, N-os. 34, 35. — Baluze, Inn. III, t. II, liv. XIII, 119.)

21. — 3 août 1210. Confirmation de la donation faite aux hospitaliers en Arménie, par le pape. (Baluze, Inn. III, 119.)

22. — 20 août 1210. Priviléges octroyés par Innocent III au clergé arménien de la Cilicie. (Baluze, Inn. III, 122.)

23. — 1210. Lettre de Jean VII, patriarche d'Arménie, au pape, pour lui annoncer qu'il est décidé à se conformer en tout point à la volonté de la cour de Rome. (Gesta Innocentii III, cap. 117. — Galanus, XXIII, 366.)

24. — août 1210. Chrysobulle de Léon II, octroyant aux hospitaliers de nouveaux priviléges et leur promettant de leur remettre Laranda, dès que cette ville sera tombée en son pouvoir. (Arch. de la command. de Manosque en Provence. — Paoli, t. I, No. 96.)

25. vers 1210. Privilége de Léon II à l'ordre teutonique (domus Alemanorum) octroyant aux religieux de la Cilicie le château d'Adamodana et ses dépendances. (Cité par Willibald d'Oldenbourg, Itinér. en Terre-Sainte; cf. Συμμίκτα, de Léon Allatius, p. 140.)

26. — avril 1214. Chrysobulle de Léon II, octroyant aux hospitaliers le cazal de Vaner, situé dans le territoire de Melon, en échange duquel il déclare avoir reçu dix mille byzants sarrazins. (Arch. de Malte, dipl. orig., fasc. 5, 26. — Paoli, t. I, No. 99.)

27. — 23 avril 1214. Chrysobulle sous forme d'antichrèse, par lequel Léon II déclare avoir hypothéqué pour 20,000 byzants sarrazins le territoire de Djiguer (Guigerium) et les châteaux d'alentour, avec leurs revenus. (Arch. de Malte, dipl. orig. fasc. 5, 27. — Paoli, Cod. dipl. t. I, 100.

28. — 15 mars 1215. Chrysobulle de Léon III, confirmant à Ugo Ferrari, vicomte de Gênes, les précédents priviléges octroyés à la république. (Arch. de la cour à Turin, Exp. orig. Genov., 3e fasc. — Archives de l'univers, de Gênes; Lib. jur. I, 74 v°. — Histor. patr. monum.

Lib. jur. t. 1, No. 514. — En cop. originale, aux arch. de Ch. Gandolfo, à Gênes; cf. Canale, t. II, p. VI, ch. 16.)

29. — 1217—1218. Accord passé entre Léon II, roi d'Arménie, et André II, roi de Hongrie, au sujet du mariage que celui-ci voulait faire contracter par André, son fils, avec Zabel, fille du roi Léon. (Cf. Bongars, Gesta Dei per Francos, p. 1193, la lettre d'André II à Honorius III.)

30. — 1217—1218. Lettre d'André II au pape Honorius III, sur son départ pour la Terre-Sainte et sur le mariage projeté de son fils avec la fille de Léon II. (Bongars, p. 1192.)

31. — 3 mars 1218. Lettre d'Honorius III à André II, pour approuver l'alliance de son fils avec Zabel. (Bibl. Imp. de Paris, ms. de La Porte Dutheil, R. L. 54.)

32. — 3 mars 1218. Lettre d'Honorius III à Léon II, sur le même sujet. (Id. R. L. 54.)

Documents relatifs aux affaires de la succession d'Antioche, aux démêlés avec les templiers et à l'excommunication de Léon II. (1199—1214.)

33. — 1199. Lettre de Léon II à Innocent III, pour implorer sa médiation et son appui contre le comte de Tripoli et les templiers, et réponse du pape.

34. — 1199—1202. Lettre d'Innocent III à Léon, pour l'engager à rendre Gastim aux templiers, et réponse de Léon.

35. — 1205. Lettre de Léon II à Innocent III, pour se plaindre de ses légats qui enveniment la querelle relative aux affaires de la succession d'Antioche.

36. — 1205. Lettre de Léon II à Innocent III, pour lui annoncer qu'il a fait la paix avec le comte de Tripoli et les templiers, et pour lui demander des secours contre les infidèles.

37. — 1 juin 1205. Lettre d'Innocent III à Léon II, pour lui annoncer que lui et ses sujets ne peuvent être mis en interdit, ni excommuniés, qu'en vertu d'un ordre spécial du Saint-Siége.

38. — 13 févr. 1208. Lettre d'Innocent III à son légat, le patriarche de Jérusalem, sur le même sujet.

39. — 3 juin 1210. Lettre d'Innocent III à Léon II, pour l'engager à faire la paix avec le comte de Tripoli.

40. — 20 août 1211. Instruction d'Innocent III à l'évêque de Crémone, chargé par le pape d'imposer sa médiation entre le roi d'Arménie et le comte de Tripoli.

41. — 1212. Lettre de Léon II au légat du pape, le menaçant de le faire rappeler par le pape, s'il continue à lui être hostile et à favoriser les intérêts du comte de Tripoli.

42. — 1212. Lettre de Léon II au pape, pour lui annoncer l'envoi d'un ambassadeur, et accompagnant des cadeaux qu'il lui offre.

43. — 1212. Chrysobulle de Léon II, pour annoncer au pape l'entrée de Raimond Roupĕn, son neveu, à Antioche, et son installation comme prince du pays.

44. — 1212. Rapports des légats du pape au Saint-Siége, sur les affaires d'Antioche, et dénonciation contre le roi d'Arménie.

45. — 17 mai 1213. Lettres du pape au patriarche d'Antioche et aux autres prélats de l'orient, pour lui annoncer qu'il a excommunié le roi d'Arménie.

46. — 18 mai 1213. Lettres du pape à Jean de Brienne, roi de Jérusalem, rédigées dans le même sens.

47. — 27 févr. 1215. Lettre de reproches, adressée par Innocent III à Léon II, pour l'engager à rentrer en lui-même.

48. — 1215. Lettre d'Innocent III au patriarche d'Antioche, pour l'inviter à relever Léon II de l'excommunication qu'il avait fulminée contre lui. (Baluze, Lett. d'Inn. III, II, 252, 253, 259; V, 43; X, 214; XII, 45; XIII,123; XIV, 64, 65, 66; XVI, 2, 7.— Gesta Innocentii, p. 70 et suiv. — Spondanus, 1199, 9; 1202, 3; 1211, 7. — Raynaldi, 1202, 39; 1205, 30, 33, 36. — Galanus, XXIII. — Pertz, Archiv, t. II, 27.)

Chartes de Raimond Roupĕn, octroyées pendant sa minorité et sous la régence de Léon II.

49. — 17 mai 1207. Donation de Gibel, faite aux hospitaliers, par Roupĕn. (Arch. de Malte, Dipl. orig., fasc. 5. Dipl. 12. — Paoli, t. I, No. 91.)

50. — sept. 1210. Confirmation de la donation précédente et donation du château de la Vielle (Vetula) aux mêmes. (Arch. de Manosque. — Archiv. de Malte, id., Dipl. 18. — Paoli, No. 95.)

51. — 31 mars 1215. Confirmation de toutes les donations faites par lui et ses ancêtres aux hospitaliers. (Arch de Malte, id., Dipl. 29. — Paoli, No. 101.)

52. — 31 mars 1215. Confirmation nouvelle de Gibel aux hospitaliers. (Arch. de Manosque. — Arch. de Malte, id., Dipl. 31. — Paoli, No. 102.)

53. — févr. 1216. Privilége accordé par Roupĕn aux Génois. (Bibl. de l'univ. de Gênes, Lib. jur. t. I, fo. 75. — Hist. patr. monum., Lib, jur. t. I. Col. 577, No. 516.

54. — 7 avril 1216. Confirmation des priviléges des Pisans. — Dal Borgo, Dizzert., t. III, p. 174. — Muratori, Antiq. script Ital. med. aev., t. II, Diss. 30, col. 917.

Règne de Zabel, fille de Léon II (1219—1224), *sous la tutelle de Constantin, baron de Pardzerpert, baïle du royaume.*

55. — 16 déc. 1224. Lettre d'Honorius III au patriarche de Jérusalem, pour l'engager à faire replacer sur leurs siéges les évêques et les prêtres latins que les Arméniens avaient chassés. (Bibl. Imp. de Paris, ms. Laporte Dutheil, R. L. 57.)

Règnes d'Héthoum I et de Zabel (1224—1270).

56. — 10 avril 1226. Lettre d'Honorius III à l'évêque de Nazareth, pour qu'il ouvre une enquête sur le mariage contracté entre Héthoum et Zabel, parents au troisième degré. (Bibl. Imp., ms. L. Duth., R. L. 57.)

57. — 26 juil. 1226. Lettre d'Honorius III au chapître de l'église de Tarse, pour lui annoncer qu'il replace l'archevêque sur son siége. (Bibl. Imp., ms. L. Duth., R. L. 54.)

58. — 28 juil. 1226. Lettre d'Honorius III au baïle Constantin, régent du royaume, sur le même sujet. (Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 54.)

59. — 2 août 1226. Lettre d'Honorius III à l'archevêque de Tarse, pour qu'il relève de l'excommunication huit prêtres de son église. (Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 54.)

60. — 1231. Privilége commercial accordé par le roi Héthoum aux Vénitiens. (Arch. de Venise, Patti, Reg. III, 170.)

61. — vers 1231. Traité de paix signé entre Héthoum et Ala-Eddin Kaïkobad, sultan seldjoukide de Konieh. (Vincent de Beauvais, Specul. histor., lib. XXX, c. 145.)

62. — vers 1231. Traité de paix signé entre Constantin, seigneur de Lampron et takatir d'Arménie, et le sultan Kaïkobad. (Vinc. de Beauv., ib.)

63. — octobre 1233. Donation faite par Constantin, seigneur de Lampron, du cazal de Gouvaira, aux hospitaliers. (Arch. de Manosque. — Nouv. traité de diplom., t. IV, p. 703. — Daunou, Étud. histor., t. III, p. 503.)

64. — 18 janv. 1237. Lettre du pape Grégoire IX à Héthoum, pour l'engager à ne plus opprimer Constantin, seign. de Lampron. (Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 56, 57.)

65. — 18 janv. 1237. Lettre de Grégoire IX à Constantin, père du roi Héthoum, sur le même sujet. (Lett. de Grég. IX, l. X, lett. 318, 320. — Raynaldi, 1237, No. 86.)

66. — 25 juin 1238. Lettre de Grégoire IX à ses légats en Asie, pour qu'ils instruisent l'affaire du différend survenu entre les patriarches d'Antioche et d'Arménie. (Lett. de Gr. IX, XII, 198. — Galanus, XXV, 374. — Raynaldi, 1238, No. 34.)

67. — 1239. Lettre de Grégoire IX à Héthoum et à Zabel, pour confirmer certains rites usités dans l'église arménienne. (Lett. de Gr. IX, XII, 391. — Galanus, XXV, 375. — Raynaldi, 1239, No. 82.)

68. — 1239. Indulgences accordées au roi et à la reine d'Arménie, ainsi qu'à ceux de leur sujets morts en combattant les infidèles. (Lett. de Gr. IX, XII, 394. — Galanus, XXV, 375. — Raynaldi, 1239, 82.)

69. — 1239. Lettre de Grégoire IX à Constantin, patriarche d'Arménie, pour lui envoyer le pallium et traitant d'affaires religieuses, avec la réponse du patriarche au pape. (Lett. de Gr. IX, 398. — Galanus, XXV, 375. — Raynaldi, 1239, No. 83. — Sukias Somal, Quadro della stor. letter. di Arm., p. 107.)

70. — mars 1245. Chrysobulle d'Héthoum et de Zabel, octroyé à Jacques Tiépolo, doge de Venise, et dans lequel ils confirment les priviléges des Vénitiens. (Arch. de Venise, Patti, II, 6. — Bibl. de S. Marc, cod. Trevisan. ms. — Archivio storic. italian., App. 29, p. 365.)

71. — 1248. Lettre de Sempad, connétable d'Arménie, à Henry Ier, roi de Chypre, sur son voyage en Tartarie. (Guill. de Nangis, Vie de saint Louis. — Vinc. de Beauvais, XXXII, 92. — Addit. au voyage de Rubruquis, éd. Bergeron, t. I, ch. 54.)

72. — 1249. Traité de paix conclu entre l'Arménie et la république de Venise. (Arch. de Venise, Patti, Reg. I, 163, 165.)

73. — 1252. Contrat de mariage d'Euphémie (Fémie), fille d'Héthoum, avec Julien, seigneur de Saïette (Sidon). (Arch. de Malte, Dip. or. fasc. 3, 72. — Paoli, t. I, No. 119.)

74. — 1253. Bases du traité passé entre Héthoum et Mangou, khan des Tartares. (Le moine Ayton (Hethum, comte de Gorigos) De Tartar. liber, 23. — Sanuto, Secret. fid. crucis, lib. III, p. 13, cap. 6. — Galanus, XXV, 381.)

75. — 1253. Acceptation par Mangou-Khan du traité dressé par Héthoum. (Vahram Rapoun, Chron. rimée, ms. — Ayton, ib. — Galanus, ib. — Sanuto, ib.)

76. — » Lettres d'Innocent IV à Héthoum et au patriarche Constantin,

pour les engager à reconnaître la procession de l'Esprit-Saint du Père et du Fils. (Guiragos, Hist. d'Arm. ms. — Réponse de Vartan vartabed, Bibl. Imp., anc. fonds arm. ms. No. 132.)

77. — 25 juil. 1265. Lettre du pape Clément IV à Héthoum, pour l'engager à venger la mort des hospitaliers, en s'armant contre les infidèles. (Arch. du Vatican, ms. form. Ebuli, 50. — Lett. de Cl. IV, t. II, 48. — Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 65. — Raynaldi, 1265, 40. — Galanus, XX, 388. — D'Achery, Thesaurus anecd., II, 170.)

78. — 1266. Lettre de Clément IV à Héthoum, pour le consoler de la défaite que lui a fait éprouver le sultan Bibars Bondokhdar et de la mort de Thoros, son second fils. (Arch. du Vat. ib. p. 54. — Raynaldi, 1265, 47.)

79. — 16 mars 1266. Lettre de Clément IV au patriarche de Jérusalem, pour qu'il accorde les dispenses nécessaires à Marie, fille d'Héthoum, qui doit épouser le fils de Baudouin d'Ibelin (de Belmo), sénéchal de Chypre. (D'Achery, Spicileg. t. II, 293.)

80 — 16 mai 1267. Lettre de Clément IV à Michel Paléologue, empereur de Constantinople, dans laquelle il l'engage à se croiser et à secourir le roi d'Arménie. (Raynaldi, 1267, 66. — Galanus, XXV, 395.)

81. — 16 mai 1267. Lettre de Clément IV à Héthoum, pour lui annoncer des secours et le consoler des malhenrs que l'invasion des Egyptiens lui a fait endurer. (Raynaldi, 1267, 68. — Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 64. — D'Achery, Th. anecd. II, 470. — Galanus, XXV, 391.)

82. — 16 mai 1267. Lettre de Clément IV au patriarche de Jérusalem, aux hospitaliers et aux teutons, pour les engager à secourir le roi d'Arménie, menacé d'une nouvelle invasion. (Raynaldi, 1267, 69. — D'Achery, ib. 469. — Galanus, XXV, 393.)

83. — 1268. Traité de paix entre Héthoum et Bibars Bondokhdar. (Ayton, De Tartar. lib. 33.)

84. — 1268—1271. *Documents relatifs à la prise et au pillage d'une galère à Gorigos, par Luchetto de Grimaldi, amiral des Génois.*

1° Transaction des marchands lésés, avec le fondé de pouvoir de Gênes. — 2° Procuration du podestat de Gênes à Jacques Pallavicino, pour traiter avec les Arméniens (1270). — 3° Quittance des marchands arméniens, délivrée au fondé de pouvoir génois (1271). — 4° Déclaration du fondé de pouvoir génois, d'avoir satisfait les intéressés dans le pillage de la galère (1271). Archives de la cour à Turin.; Tratt. div., mazz. 2 et 5. — Mas-Latrie, Hist. de Chypre, t. I, 74—78. — Bibl. du roi à Turin, ms. du P. S. Nicolita, p. 37.)

Règne de Léon III. (1270 † 1289.)

85. — janvier 1271. Chrysobulle par lequel Léon III renouvelle aux Vénitiens leurs priviléges. (Arch. de Venise, Patti, II, 41. — Archivio stor. ital., App. 29, 368.)

86. — 1 févr. 1277. Exeat donné par Charles I, roi de Naples, à l'ambassadeur de Léon III, Vahran Ladif et à sa suite. (Archives de Naples, Règne de Ch. I, No. 28, fo. 63.)

87. — 17 févr. 1277. Exeat donné par le même à Geoffroy de La Contesta et à Jean Pepin, ambassadeurs de Léon III, et à leur suite. (Arch. de Naples, ib. fo. 65.)

88. — 31 mars 1277. Exeat donné par le même à Vahran Ladif et à sa suite. (Arch. de Naples, ib. fo. 77.)

89. — 1278. Lettres de créance données par le même à Nicolas de St.-Adhémar, son ambassadeur auprès du roi d'Arménie. (Arch. de Naples, Registres de la chancell. royale, 1278, indiz. VI D, fo. 189.)

90. — 18 juin 1282. Lettres du même à ses trésoriers, pour qu'ils aient à solder les dépenses faites par les ambassadeurs d'Arménie, et pièces relatives à cette affaire. (Arch. de Naples, Règne de Ch. I, A 43, fo. 88.)

91. — vers 1284. Lettre de Léon III à Kélaoun, sultan d'Egypte, pour négocier une trêve et signer un traité de paix. (Vie de Kélaoun, cf. Quatremère, Trad. de l'hist. des Mamelouks, de Makrisy, t. II, p. I, App., pièces dipl. II, p. 166, 201.)

92. — 7 mai 1285. Traité de paix signé entre Léon III et Kélaoun. (Bibl. Imp. ms. arabes, fonds St.-Germain, 118 B, Vie de Kélaoun. — Quatremère, ouvr. cité, p. 166, 201, الصلح مع التكفور.)

93. — 22 mai 1286. Lettre du pape Honorius IV à l'évêque d'Antaradus, pour lui donner avis de la dispense qu'il accorde à un fils et à une fille du roi de Chypre d'une part, et de l'autre à un fils et à une fille du roi d'Arménie. (Bibl. Imp. ms. L. Duth., R. L. 73.)

94. — 24 déc. 1288. Privilége commercial octroyé par Léon III aux Génois. (Arch. de Turin, Lett. div. mazz. 4. — Arch. de l'univ. de Gênes, Lib. jur., p. 234. — Notices et extr. des ms. t. XI, p. 97. Mém. de St.-Martin. — Numismatique de l'Arménie au moyen-âge, p. 17.)

Règne d'Héthoum II. (1289 † 1307.)

95. — 1289. Privilége octroyé par Héthoum II aux Génois. (Caffaro, Ann. Gen. liv. X, cf. Muratori, Scr. rer. ital. t. VI, col. 596.)

96. — 7 juil. 1289. Lettres de Nicolas IV à Héthoum et aux grands d'Arménie, pour les engager à se convertir à la foi catholique, en réponse aux lettres que le roi lui avait écrites pour lui annoncer son intention de faire acte d'union avec l'église romaine. (Raynaldi, 1289, No. 57, 58. — Galanus, XXVI, p. 404.)

97. — 23 jan. 1292. Lettre de Nicolas IV au roi Philippe-le-Bel, pour lui recommander les ambassadeurs d'Arménie, qui venaient solliciter des secours contre les infidèles. (Raynaldi, 1292, 1. — Galanus, XXVI, 416.)

98. — 1292. Lettres de Nicolas IV aux hospitaliers, aux templiers, à l'amiral de la flotte pontificale et aux fidèles de la chrétienté, pour les engager à aller secourir le roi d'Arménie. (Raynaldi, 1292, 1, 2. — Galanus, XXVI, 416—417.)

99. — 1293? Privilége commercial accordé par le roi d'Arménie aux Catalans, à la demande du roi d'Aragon. (Cf. Navarrete, dans les Mém. de l'acad. d'hist. de Madrid, t. V, p. 175 et suiv.)

100. — 1296. Privilége du grand-khan des Tartares, par lequel ce prince, à la prière d'Héthoum II, rapporte l'édit qui ordonnait de détruire les églises. (Aboulpharadj, Chr. syr., Din. XI, p. 611, 644.)

Règnes de Sempad et de Constantin II. (1296, 1298.)

101. — 1298. Lettre de Sempad au pape Boniface VIII, pour lui demander des secours. (Galanus, XXVII, 420.)

102. — 4 oct. 1298. Réponse du pape, qui l'engage à poursuivre les ennemis, en attendant les secours de l'occident. (Spondanus, t. I, 435. — Raynaldi, 1298, 16. — Galanus, XXVII, 421.)

103. — 4 oct. 1298. Lettre de Boniface VIII à Philippe-le-Bel et à Edouard I, roi d'Angleterre, pour les engager à secourir le roi d'Arménie. (Raynaldi, 1298, 19. — Galanus, ib., 424. — Rymer, Foedera, t. I.)

104. — 8 oct. 1298. Lettre de Boniface VIII à Sempad et à Isabelle, sa femme, pour confirmer leur mariage, contracté sans avoir obtenu les dispenses. (Raynaldi, 1298, 20. — Galanus, XXVI, 412.)

105. — 26 oct. 1298. Lettre de Boniface VIII à Grégoire VII, patriarche d'Arménie, dans laquelle il l'engage à persévérer dans la foi catholique. (Raynaldi, 1298, 16. — Galanus, XXVII, 423.)

106. — 1299? Rapport du grand-maître du temple, au pape, touchant le voyage d'outre-mer et son passage à travers les états du roi d'Arménie. (Arch. de l'empire franç., J. 456, 36, 1.)

107. — 10 juin 1304. Quittance notariée, délivrée par Thoros, connétable d'Arménie, au consul vénitien de Lajazzo, d'une somme due au consul pisan. (Arch. de Venise, Commémoriaux, I, 115. — Mas-Latrie, Hist. de Chypre, II, 697.

Règne de Léon IV. (1305 † 1307.)

108. — 29 mars 1306. Passeport délivré par Charles II, roi de Naples, aux ambassadeurs de Léon IV, qui se rendaient à Rome et en France. (Arch. de Naples, Règne de Ch. II, 1305 B*, fo. 58, No. 147.)

109. — 1306. Lettre de Grégoire VII, patriarche d'Arménie, à Héthoum, oncle de Léon IV, pour l'engager à faire en sorte que l'union des deux églises d'Arménie et de Rome s'accomplisse. (Galanus, XXVII, 435. — Suk. Somal, Quadro, 122.)

110. — 1306. Lettre de Grégoire VII à Ochin, depuis roi, en réponse à une lettre que ce prince lui avait écrite en vers. (Suk. Somal, ib., 122.)

111. — 2 juil. 1306. Lettre du pape Clément V à Léon IV, et aux princes et aux prélats d'Arménie, pour leur annoncer des secours. (Raynaldi, 1306, 13. — Wading, Ann. des mineurs, t. III, 1306, 26. — Galanus, XXVII, 435.)

112. — 1306. Bref de Clément V au grand-maître des hospitaliers, pour l'engager à secourir le roi d'Arménie. (Paoli, Cod. dipl. t. II, 15.)

113. — 1307. Bref au même, sur le même sujet. (Paoli, II, 15, 17.)

114. — 19 mars 1307. Actes du concile de Sis. (Galanus, ch. XXVIII, 455. — Mansi, Suppl. à la coll. des conc., t. III.)

115. — 20 mai 1307. Chrysobulle de Léon IV, octroyé au doge P. Gradénigo, et renouvellement des priviléges des Vénitiens. (Arch. de Venise, Patti, III, 48. — Commém. I, 115. — Mas-Latrie, H. de Ch., II, 687.)

116. — 20 mai 1307. Quittance délivrée aux Vénitiens par le connétable d'Arménie, agissant au nom du roi. (Arch. de Venise, Commém. I, 115. — Mas-Latrie, II, 683.)

117. — 1307. Etat des sommes réclamées par le roi d'Arménie aux Vénitiens, pour dommages causés par les gens des galères de la république, à Lajazzo. (Arch. de Venise, Comm. I, 115. — Mas-Latrie, II, 684. — Numism. de l'Armén. au moy.-âge, p. 20.)

118. — 21 août 1307. Lettre du pape Clément V à Philippe-le-Bel, accompagnant l'envoi d'une correspondance venue d'orient, et touchant les préparatifs du sultan d'Egypte contre Chypre et l'Arménie. (Archives de l'empire, J. 703, 161.)

Règne d'Ochin. (1308 † 1320.)

119. — » Diplome par lequel Ochin octroye aux Vénitiens des priviléges. (Cf. le Chrysob. de Léon V aux Vénitiens (1321), dans l'Arch. storic. ital., App. 29, p. 371.)

120. —mars-avr. 1310. Accord passé entre le nonce du pape Raymond de Pins et Ochin, relativement aux affaires de Chypre et à l'usurpation d'Amaury, frère d'Henry II. (Bibl. Imp. Suppl. fr. ms. No. 3021, fo. 312, Chronique d'Amadi. — Ib. No. 387, Chr. de Florio Bustron. — Mas-Latrie, II, p. 111.)

121. — 27 juin 1310. Lettre de P. Gradénigo, doge de Venise, à G. Delfino, baïle de la république en Arménie, sur l'insurrection de 1310, qui a été comprimée. (Lunig, Cod. ital. diplom., IV, 1605.)

122. — 4 août 1310. Accord passé entre le nonce du pape et les rois de Chypre et d'Arménie, relativement aux conditions du retour de Henry II en Chypre. (Amadi, Bustron, loc. cit. — Lorédano, Hist. de Lusign., p. 260. — Mas-Latrie, II, 113.)

123. — 18 août 1311. Lettre de Clément V à Ochin, pour lui annoncer l'envoi d'ambassadeurs devant traiter les affaires de Chypre. (Lett. de Cl. V, l. VIII, lett. 787.)

124. — 1311. Lettres sur divers sujets touchant les affaires religieuses. (Ib. 773.)

125. — 7 juin 1314. Permission de commercer, accordée par Ochin aux marchands de Montpellier. (Arch. mun. de Montpellier, Grand chartr. A 17. 1. — Dulaurier, Rech. sur la chronol. armén., p. 189.)

126. — 1316. Actes du concile d'Adana. (Galanus, XXIX. 471. — Le P. Monnier, Lett. sur l'Arm., dans les Nouveaux mém. des miss., p. 122.)

127. — 26 déc. 1316. Exemption accordée par Robert, roi de Sicile, à la veuve de Raynauld Picard, chevalier, à la requête de Jeanne, reine d'Arménie, sa nièce. (Arch. de Naples, Règne de Rob., 1315, B 205, f. 25.)

128. — 1317. Lettre d'Ochin au pape Jean XXII, pour lui demander des secours. Raynaldi, 137, 35. — Bosio, Hist. eq. hierus., p. 2, l. I.)

129. — 28 avr. 1318. Lettres de Jean XXII à Ochin et à Constantin II, patriarche d'Arménie, sur la nécessité de réunir les deux églises. (Raynaldi, 1318, 8—11.)

130. — 7 mai 1318. Bref de Jean XXII au grand-maître et à l'ordre des hospitaliers, pour assurer le passage des ambassadeurs arméniens. (Arch. du Vatic., Lett. secr., t. I, fo. 207. No. 775. — Paoli, Cod. dipl. II, No. 48.)

131. — 8 juin 1318. Lettres du pape à la cour d'Arménie, pour engager les Arméniens

à protéger les catholiques et à fonder des écoles pour apprendre le latin. (Raynaldi, 1318, 15—17.)

132. — 1318. Lettre d'Ochin, à Robert, roi de Sicile, à Philippe, prince de Tarente, et à Philippe V le Long, roi de France, pour les engager à faire une croisade en Asie. (Raynaldi, 1318, 17.)

133. — 1318. Lettre de Jean XXII à Ochin, pour lui annoncer le départ d'une armée française en Asie. (Raynaldi, 1318, 17.)

134. — 21 mai 1320. Lettre de Jean XXII aux ambassadeurs génois, pour les inviter à intervenir dans la querelle survenue entre les rois de Chypre et d'Arménie et les engager à faire la paix. (Raynaldi, 1320, 47.)

135. — 1320. Lettre d'Ochin aux hospitaliers, pour leur offrir un territoire en Arménie, à la charge de le secourir dans la lutte qu'il soutient contre les musulmans. (Raynaldi, 1320, 47.)

Règne de Léon V. (1320 † 1342.)

136. — 1320. Réclamations adressées à Léon V par M. Justiniani, ambassadeur du doge J. Séranzo, et réponse du roi aux Vénitiens qui demandaient le rétablissement de leurs privilèges. (Arch. de Venise, Commém. I, 295.)

137. — 1320. Lettre de Jean XXII à M. de Pagnac, grand-maître des hospitaliers, pour l'engager à faire signer la paix entre les rois de Chypre et d'Arménie. (Raynaldi, 1320, 47.)

138. — 21 sept. 1320. Lettres à P. de Junilhac, chanoine de Nicosie, en Chypre, sur le même sujet. (Raynaldi, 1320, 48.)

139. — 1 mars 1321. Chrysobulle, par lequel Léon V renouvelle aux Vénitiens leurs privilèges. (Arch. stor. ital. App. 29, p. 371.)

140. — 26 mars 1321. Renouvellement de la permission de commercer donnée aux marchands de Montpellier par Ochin, accordé par Léon V et par les baïles du royaume, régents d'Arménie. (Arch. mun. de Montpellier, Gd. chartr. A, 17, 2. — Dulaurier, Recherches sur la chron. armén. p. 189.)

141. — 21 juin 1322. Lettre de Jean XXII à Philippe-le-Bel et aux chrétiens d'occident, pour les engager à secourir l'Arménie. (Raynaldi, 1322, 30, 33 etc.)

142. — 19 déc. 1322. Encyclique du même aux prélats de la catholicité, pour les engager à prêcher la croisade en faveur de l'Arménie. (Raynaldi, 1322, 39.)

143. — 1323. Lettre de Jean XXII à Pierre, patriarche de Constantinople, pour lui enjoindre d'employer 30,000 florins, in rem catholicam periclitantem in Armenia. (Raynaldi, 1323, 1.)

144. — 1323. Lettres de Jean XXII au roi, au clergé et aux fidèles d'Arménie, traitant d'affaires religieuses et de la nécessité de réunir les deux églises. (Raynaldi, 1323, 4 à 8.)

145. — 31 mai 1323. Traité de paix signé entre Malek-el-Nacer Mohammed, sultan d'Egypte, et Léon V. (Raynaldi, 1323, 9.)

146. — 13 nov. 1323. Lettres de Jean XXII à Léon V, à Ochin, comte de Gorigos, et aux autres barons du royaume, pour leur annoncer la croisade projetée par Charles-le-Bel, roi de France. (Lett. de Jean XXII, Ep. secr. p. 272.)

147. — 1324. Lettre du même à Léon V, pour l'encourager dans sa lutte contre les infidèles en attendant les croisés. (Ib. p. 90.)

148. — 1326. Lettre de Marino Sanuto de Venise à Léon V. (Sanuto, Secreta fid. cruc., t. II, 298.)

149. — 20 sept. 1331. Lettre de Jean XXII à Philippe de Valois, roi de France, pour lui recommander les ambassadeurs d'Arménie, qui se rendent en France. (Lett. de Jean XXII, Ep. secr. t. II, p. 212.)

150. — 24 nov. 1331. Chrysobulle, par lequel Léon V accorde aux Siciliens des priviléges commerciaux (բազմավէպ, journal arménien de Venise, 1847, p. 92.)

151. — 2 juin 1332. Lettre de Philippe de Valois, enjoignant à ses trésoriers de faire parvenir à Léon V un secours de 10,000 florins d'or. (Archives de l'empire, P, 2291, fo. 47, Mémorial de la ch. des comptes. — Bibl. Imp. ms. fr., Ducange, familles d'outre-mer. — Art de vérifier les dates, Rois d'Arménie, Léon V.)

152. — 1332. Lettre de Léon V à Jean XXII, pour le prier d'offrir aux hospitaliers les châteaux de Sequin (Siguinum) et d'Antioche (Antiocetta). (Raynaldi, 1332, 24.)

153. — 1332. Lettre de Jean XXII à Léon V, pour lui promettre des secours. (Lett. de Jean XXII, t. VIII, p. 2, 364.)

154. — 2 août 1332. Bref de Jean XXII à l'ordre des hospitaliers, pour lui offrir deux châteaux en Arménie, à la charge par eux de les défendre. (Paoli, II, p. 81. — Raynaldi, 1332, 24.)

155. — 1 oct. 1333. Lettre de recommandation donnée par Jean XXII aux légats qu'il envoie au khan des Tartares, et qui devaient se présenter auparavant à Léon V, pour lui remettre les lettres du Saint-Siége. (Lett. de Jean XXII, Ep. comm. 304.)

156. — 1333. Rapport de P. Bragadino, consul des Vénitiens en Arménie, sur diverses questions commerciales et sur les différends survenus entre les marchands vénitiens et les Arméniens. (Arch. de Venise, Comm. I, 163.

157. — 10 nov. 1333. Chrysobulle de Léon V aux Vénitiens, pour renouveler leurs privilèges. (Arch. de Venise, Patti, III, 49.)

158. — 7 mars 1334. Lettre de Jean XXII à Léon V, pour lui annoncer la croisade projetée par Philippe VI, de Valois, roi de France. (Raynaldi, 1334, 12.)

159. — 10 janv. 1335. Chrysobulle de Léon V, pour exempter de tous droits la compagnie marchande des Bardi de Florence. (Bald. Pégalotti, Pratica della mercatura, dans Pagnini, Della decima, t. III, chap. XI, p. 45.

160. — mai 1335. Lettre de recommandation donnée par le pape Benoît XII, aux ambassadeurs d'Arménie, qui se rendaient en France. (Arch. de l'empire, J, 707, 243.)

161. — 5 avril 1336. Lettre de Benoît XII à Constance, reine d'Arménie, pour lui promettre des secours. (Raynaldi, 1336, 40.)

162. — 1 juin 1337. Lettre de Benoît XII à Léon V, pour le délier du serment de fidélité qu'il avait prêté au sultan. (Raynaldi, 1337, 24.)

163. — 1 mars 1341. Lettre de Léon V à Barthélemy Gradénigo, doge de Venise, traitant d'affaires commerciales. (Arch. de Venise, Comm. III, 193.)

164. — 1341. Lettre de Léon V à Benoît XII, pour lui demander des secours contre les infidèles. (Wadding, Ann. des min. III, 56.)

165. — 1 août 1341. Lettre de Benoît XII à Léon V et au clergé d'Arménie, pour les engager à se réunir en synode, afin d'extirper les erreurs qui se sont glissées dans l'église d'Arménie. (Raynaldi, 1341, 45 et 46.)

166. — 1341. Questions adressées par la cour de Rome au synode d'Arménie. (Raynaldi, 1341, 48—69.)

167. — » Formulaire de la chancellerie du Kaire, et rubriques employées en Egypte par le sultan, lorsqu'il écrivait au roi d'Arménie. (Ms. arabe appartenant à M. Scheffer, professeur de persan à l'Ecole des LL. OO. de Paris.)

168. — » Mémoire de Pégalotti, sur le commerce de l'Arménie au milieu du XIVe siècle. (Pagnini, Della decima, t. III, ch. XI, p. 44.)

169. — » Extraits des registres du sénat (Pregadi) de Venise, sur les relations commerciales des Vénitiens avec les Arméniens. (Arch. de Venise, Index des Misti.)

Règne de Guy de Lusignan. (1343—1345.)

170. — 21 mai 1342. Lettre du pape Clément VI au roi d'Arménie, et à Constance, veuve de Léon V, pour leur annoncer son avénement au trône pontifical. (Raynaldi, 1342.)

*

171. — 1343. Lettre de Guy à Clément VI, pour lui demander des secours. (Ib. 1343.)

172. — 8 mars 1343. Lettres de créance données par Guy à ses ambassadeurs, pour le roi d'Angleterre Edouard III. (Rymer, Foedera, V, 358.)

173. — 1344. Lettres de Clément au roi, aux barons et au clergé d'Arménie, touchant les affaires religieuses. (Raynaldi, 1344, 7, 8.)

Règne de Constantin III. (1345—1362.)

174. — 1344—45. Actes du concile ou synode d'Arménie. (Mansi, Suppl. aux conc., t. III. — Raynaldi, 1342—1345. — DD. Martène et Durand, Ampl. collect. III, 310.)

175. — 30 nov. 1346. Instructions de Clément VI à ses légats en Arménie, relatives aux affaires religieuses de ce pays. (Spondanus, 1341, 6. — Raynaldi, 1346, 67.)

176. — 30 nov. 1346. Encyclique de Clément VI aux membres du clergé d'Arménie, pour les engager à extirper les erreurs de leur église. (Raynaldi, 1346, 68, 69.)

177. — 1347. Lettres de créance et passeport de Constant, ambassadeur du roi d'Arménie, à Rome et en Angleterre. (Wadding, 1347, 3. — Rymer, Foedera, V, 544.)

178. — 25 sept. 1347. Lettre de Clément VI à A. Dandolo, doge de Venise, pour l'engager à reprendre Lajazzo aux Egyptiens. (Raynaldi, 1347, 28.)

179. — 26 sept. 1347. Lettre de Clément VI au roi d'Arménie, traitant d'affaires religieuses. (Raynaldi, 1347, 29.)

180. — 10 janv. 1350. Lettre de Clément VI à Edouard III, roi d'Angleterre, pour l'engager à venir au secours de l'Arménie. (Raynaldi, 1350, 38.)

181. — 1350—51. Lettres de Clément VI à ses légats en orient, au catholicos Mékhithar et au roi d'Arménie, traitant d'affaires religieuses. (Raynaldi, 1350, 37; 1351, 1—19, 25.)

Règne de Léon VI. (1365—1375 † 1393.)

182. — 3 avril 1365. Lettre du pape Urbain V aux prélats et aux barons d'Arménie, pour se plaindre du renversement de Léon par les Arméniens et les engager à replacer ce prince sur le trône. (Raynaldi, 1365, 21.)

183. — 1365. Lettres d'Urbain V aux unitaires, sur les affaires religieuses de l'Arménie. (Raynaldi, 1365, 21.)

184. — 1368. Election de Pierre Ier, roi de Chypre, comme roi d'Arménie. (G. de Machaud, La prinse d'Alixandre, ms. de la Bibl. Imp. — Mas-Latrie, Hist. de Chypre, II, 310.)

185. — 1 févr. 1372. Lettre du pape Grégoire XI à Philippe de Tarente, en réponse aux lettres qu'il lui avait écrites en faveur de l'Arménie. (Raynaldi, 1372, 30.)

186. — 8 déc. 1375. Lettre de Grégoire XI aux hospitaliers, pour les engager à secourir l'Arménie. (Raynaldi, 1375, 9.)

187. — 4 juill. 1380. Lettre de l'antipape Clément (VII) à l'archevêque de Tarragone, pour lui faire connaître les malheurs de l'Arménie, et engager la province d'Aragon à s'intéresser à la délivrance de Léon VI et de sa famille, prisonniers au Kaire. (Raynaldi, 1380, 49.)

188. — 1380. Lettres de Pierre IV, roi d'Aragon, au sultan d'Egypte et à son amiral, pour les engager à rendre la liberté à Léon VI. (Arch. de Barcelone, Reg. 987, fo. 152. — Bafarul, Coleccion de doc. ined. del arch. de la cor. de Aragon; t. IV, 370. — Mas-Latrie, Hist. de Chypre, II, 759.)

189. — 1383—1389. Pièces relatives à la donation de Madrid à Léon VI, par don Juan, roi de Castille. (Documents pour servir à l'hist. des Lusignan d'Arménie, dans la Revue archéol. XVIe ann. 1859, Nos. 27, 34, 35, 36.)

190. — 1385—1394. Sauf-conduits et permis de séjour accordés par Richard II, roi d'Angleterre, à Léon VI et aux gens de sa suite. (Ib., N-os. 28, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 40, 42.)

191. — » Donation faite par Charles VI, roi de France, à Léon VI, du château de St.-Ouen et d'une rente annuelle de 6000 francs. (Froissard, Chron. III, 46.)

192. — 20 juill. 1392. Testament de Léon VI. (Archives Imp. LL, 1505, p. 9. — Documents sur les Lusignan, No. 39.)

PREMIÈRE PARTIE.

ORGANISATION SOCIALE ET POLITIQUE DE L'ARMÉNIE SOUS LES ROUPÉNIENS.

---

§ 1. Condition sociale et politique de l'Arménie avant les Roupéniens.

Les monuments de la littérature arménienne ne nous apprennent rien sur l'état des colons qui, sous la conduite de Haïg, allèrent occuper les régions au centre desquelles domine l'Ararat, et nous ne pouvons former que des conjectures sur leur condition sociale et politique, dans les lieux où ils trouvèrent, comme nous l'apprend Moïse de Khorĕn[1]), des populations primitives. Comment organisèrent-ils leur conquête? quels furent leurs rapports avec les anciens habitants? Ce sont là des questions que l'histoire ne nous permet point de décider.

Les traditions qui nous sont parvenues, des temps où régna la première dynastie, issue de Haïg, ne sont que des légendes imaginées après coup, où l'on ne rencontre rien d'authentique et de réel. Tout ce qu'il est permis d'en induire avec certitude, c'est que les princes arméniens furent, à l'égard des monarques assyriens, dans un rapport de dépendance et de vassalité jusqu'à Barouïr, le compagnon d'armes d'Arbace et son allié contre Sardanapale, qui, en retour de l'assistance qu'il prêta au fondateur de la dynastie des Mèdes, reçut de lui le titre de roi et devint maître de toute l'Arménie.

Mais cette indépendance ne fut pas de longue durée, puisque nous voyons déjà, sous les premiers Achaeménides, l'Arménie soumise aux souverains de Perse. Il est probable, qu'à ces époques reculées, existait déjà en Orient le vaste système de monarchie féodale dont les chefs, décorés du titre de rois des rois, furent tour-à-tour les souverains de Ninive, de Babylone, des Mèdes et ensuite des Perses, sous la dynastie des Achaeménides et sous celles des Arsacides et des Sassanides, vaste système où la vassalité, partant du dernier degré de l'échelle sociale, s'élevait successivement jusqu'au roi des rois.

---

1) Moïse de Khorĕn, Hist. d'Arménie, liv. I, ch. 10.

Moïse de Khorĕn[1]) nous retrace le tableau de l'organisation politique de sa patrie sous le règne du premier des Arsacides, qui dominèrent sur l'Arménie, et ce qui rend ce tableau plus curieux, c'est que tout porte à croire qu'il ne fait que reproduire le mode d'organisation politique existant dans la Perse, et que les Arsacides avaient emprunté aux plus anciennes monarchies de l'orient. « Valarsace, dit l'Hérodote arménien, prince aussi vaillant que sage, étendit bientôt son empire, organisa autant qu'il le put un système d'institutions civiles, créa des satrapies et mit à leur tête des chefs dynastiques, issus de la race de Haïg, notre ancêtre, et des autres rois. »

Dans un autre chapitre[2]) Moïse est entré dans de plus grands développements sur l'organisation du royaume, sur l'établissement des satrapies et le système d'institutions introduit par Valarsace en Arménie : « D'abord Valarsace règle ce qui regarde sa royale personne, sa maison; il commence par sa tête et sa couronne. Voulant récompenser le Juif Pakarad de son dévouement éprouvé, de sa fidélité et de sa valeur, il lui confère, comme nous l'avons dit [II, 3], à lui et à sa race, le titre de prince et de seigneur, le privilége de placer la couronne sur la tête du roi, de s'appeler takatir (Թագադիր), commandant de la cavalerie (ասպետ) etc. » Valarsace créa ensuite d'autres dignitaires de sa maison, des officiers chargés de lui mettre ses gants; il forma une garde du corps, dont les soldats étaient armés de lances et d'épées; il institua des intendants des chasses et des haras, un chambellan (սպասարար), des porte-étendards, des échansons; des prêtres attachés à sa maison, chargés d'offrir les sacrifices aux divinités nationales; des fauconniers, qu'il éleva au rang de satrapes, et auxquels il donna des provinces, des villages et des terres.

Après avoir organisé sa maison, Valarsace s'occupa de diviser son empire en satrapies et plaça à la tête de chacune d'elles des hommes de race noble, choisis parmi les officiers de sa cour, les descendants des anciennes maisons dynastiques de l'Arménie et les membres de sa famille. Le gouvernement de ces satrapes (Նախարար) ressemblait beaucoup, pour la puissance et l'indépendance, au pouvoir royal; le roi des rois, satrape lui-même, n'était en quelque sorte vis-à-vis des autres nakharars que le *primus inter pares*, tout comme au moyen-âge, en Europe, le souverain n'était qu'un *pair* pour les grands feudataires. Sous chacun des satrapes, dont nous venons de parler, se trouvaient des satrapes inférieurs, choisis, dans l'origine, parmi les principaux habitants des cantons et des villages.

Valarsace, dans la division de l'Arménie entre les satrapes, s'était réservé un vaste territoire, qui formait sa satrapie, et il l'avait divisé en plusieurs gouvernements; à la tête de chacun d'eux il avait placé des chefs auxquels il avait donné les titres de grands-princes (մեծ բդեաշխ) et de princes (բդեաշխ).

Après avoir organisé les satrapies, Valarsace institua des juges dans son palais, dans les villes et bourgs, puis il établit les différences qui devaient exister entre ses sujets. Ainsi que nous l'avons vu, les nakharars occupaient le premier rang; au-dessous d'eux se trouvaient

1) Id. liv. II, ch. 3.

2) Id. liv. II, ch. 7.

d'autres nakharars, maîtres de bourgs et de villages, et enfin des gouverneurs d'un rang inférieur à celui des précédents. Ces personnages, avec les officiers de la maison du roi, composaient la noblesse héréditaire. Valarsace voulut aussi établir des différences parmi le peuple: «Il enjoignit, dit Moïse, aux gens des villes de tenir un rang supérieur à celui des paysans; aux paysans, d'honorer les citadins comme des supérieurs ....; il établit encore bien d'autres institutions semblables.»

Cette organisation dura jusqu'à la fin du IVe siècle de notre ère, époque à laquelle l'Arménie, après des vicissitudes sans nombre et privée de ses rois, finit par tomber d'abord entre les mains des Perses, qui eux-mêmes se virent enlever leur conquête par les empereurs de Constantinople, et dès-lors, l'Arménie ne recouvra qu'à de rares intervalles quelques périodes d'indépendance.

En s'emparant de l'Arménie, les Perses établirent des gouverneurs auxquels ils donnèrent le nom de marzban[1]), nom qui, dans la langue des dominateurs, servait à désigner des chefs de marche, des gouverneurs de frontières. Ces marzbans étaient assistés dans le conseil du gouvernement par des sbarabeds (սպարապետ) ou généraux, et des hazarabeds (հազարապետ), dont le titre, purement militaire dans l'origine, était devenu dans la suite la représentation d'un pouvoir civil.

Quand les Grecs eurent conquis une partie de l'Arménie, ils conservèrent aux gouverneurs arméniens, qu'avaient établis les Perses, leurs fonctions et leurs titres; seulement ils modifièrent le titre de marzban et le remplacèrent par ceux de curopalate et de patrice, qui étaient les noms de fonctions importantes à la cour de Byzance[2]). Au VIIe siècle, un nouvel état de choses fut introduit dans le gouvernement de l'Arménie, par suite de la conquête de ce pays par les Arabes. Les khalifes, en s'emparant de l'Arménie, la firent administrer par des lieutenants, auxquels les Arméniens donnent le nom d'osdigans (ոստի-կան[3]). Les princes bagratides, qui avaient obtenu des Arabes le gouvernement de quelques cantons de l'Arménie, avaient reçu d'eux le titre pompeux de roi, bien qu'ils ne fussent en réalité que de grands vassaux de l'empire arabe. Achod II avait été décoré du titre de schah-ĕn-schah, roi des rois[4]), qui le distinguait des autres petits princes arméniens. Mais ce titre qui, dans la langue arménienne, est rendu par celui de արքայից արքայ[5]), n'était cependant pas reconnu par les Grecs, qui voyaient dans cette appellation une atteinte aux droits de souveraineté qu'ils prétendaient avoir sur l'Arménie. Aussi dans le formulaire de la chancellerie de Constantinople, que Constantin-Porphyrogénète a donné dans son traité des Cérémonies[6]), nous trouvons le titre de roi des rois modifié en celui de prince des princes Ἄρχων τῶν ἀρχοντων. Mais ces titres n'étaient pas les seuls en usage

---

1) Jean Catholicos, Hist. d'Arménie, *passim.* — Etienne Assolig, Hist. univers., *passim.* — Guiragos et Vartan, Hist. *passim.*

2) Codinus, De off. aul. Byz., ch. II. — Const. Porphyrogeneta, De caeremoniis.

3) Léonce le prêtre, Hist. des invas. arabes en Arménie; Ed. du P. Chahnazarian, *passim.* — Jean Catholicos, Hist., *passim.*

4) Jean Catholicos, p. 319. — Matthieu d'Edesse, Chron. (Ed. Dulaurier.), p. 370.

5) Matthieu d'Edesse, ib.

6) Liv. II, ch. 7.

à la cour d'Arménie, car les princes Bagratides avaient été aussi décorés de ceux de schah-Armen, roi d'Arménie, et de schah-ĕn-schah Armen, roi des rois d'Arménie [1]). Après la prise d'Ani par Constantin Monomaque et la cession que Kakig II fit à l'empereur de ses états, l'Arménie grecque fut gouvernée par des ducs, jusqu'au moment où Toghrul et Alparslan s'emparèrent de ce pays.

Les Byzantins, en faisant la conquête de l'Arménie, à diverses reprises, y avaient introduit des charges et des titres en usage chez eux, et que les Arméniens conservèrent par la suite, en les modifiant et en les appliquant à d'autres fonctions. Les chroniqueurs des croisades, et Matthieu d'Edesse entre autres, citent souvent des noms de fonctions byzantines tellement défigurés, qu'on a de la peine à les reconnaître sous l'enveloppe arménienne qui les couvre: ainsi, par exemple, le δομεστίκος τῶν σχολῶν est devenu témeslicos (դեմեսլիկոս [2]), le προέξιμος ou πρόξιμος, broksimos (պրոգսիմոս), le παρακειμωμένος, baragamanos (պարակամանոս [3]), le vestiaire, vestès ou vest (պեսդէս [4]). On reconnaît à première vue cependant les titres de magistros, de ducs, de candidats, de comtes, de kyr (κύριος), de sébaste et de pansébaste. [5])

Les inscriptions d'Ani [6]) et de Guetcharous [7]), de l'époque bagratide et byzantine, contiennent la mention de plusieurs de ces titres grecs, que l'usage avait consacrés parmi les Arméniens. Ces appellations s'étaient même tellement enracinées dans les habitudes de la nation, par suite d'une longue domination étrangère, que les Arméniens, en émigrant dans la Petite-Arménie et surtout en Cilicie, au XIe siècle, ne furent point surpris, lorsqu'ils se trouvèrent de nouveau en contact avec les Grecs, de recevoir d'eux les titres avec lesquels ils étaient déjà familiarisés. Ainsi les empereurs byzantins, en conférant aux chefs de l'émigration arménienne les titres de sébaste et de pansébaste, suivaient, en cela, les usages de leurs prédécesseurs.

Cependant, une circonstance inattendue devait bientôt introduire chez les Arméniens de la Cilicie de nouveaux titres. Les croisés qui venaient de traverser l'Asie Mineure, ayant rencontré sur leur passage les Arméniens, dont ils avaient reçu des secours, leur donnèrent des titres de noblesse empruntés au langage féodal de l'Europe. C'est ainsi, que le titre de baron fut conféré par les chefs croisés aux premiers Roupéniens. Au contact des Franks, et sans être en rapport avec eux, les Arméniens finirent par se mettre au niveau de leurs coréligionnaires, et par imiter assez promptement leur système de gouvernement et d'institutions. Il y avait là assurément un grand problème à résoudre; c'est à Léon II qu'était réservée la tâche de trancher le noeud de la difficulté.

---

1) Matthieu d'Edesse, p. 16, 39, 125, 155, 370, 381.

2) Matthieu d'Edesse, 1re partie, ch. 13, note 1.

3) Matthieu d'Edesse, 1re partie, ch. 2. — Constantin Porphyrog., De caeremon., II, 52. — Cedrenus, V, 56. — Fabretti, Gloss. ad Cedrenum. — Ducange, Gl. med. et inf. latinit.

4) Matthieu d'Edesse, p. 400, 411.

5) Matthieu d'Edesse, *passim*.— Brosset, Rapports, 3e Rapp. p. 114 et suiv., Inscr. de Guetcharous.

6) Brosset, ib., p. 85 et suiv., Inscr. d'Ani et de Guetcharous.

7) Le titre de baron était aussi employé avec la signification de seigneur, dans la Grande-Arménie; conf. Brosset, 3e Rapport, p. 106—108.

§ 2. Introduction et organisation du système féodal en Cilicie.

Au moment où nous sommes arrivés, c'est-à-dire à l'époque où les Arméniens s'établirent dans la Cilicie, au coeur d'une province byzantine, dont ils s'emparèrent, il n'y avait dans l'origine que deux élements en présence, les Grecs et les Arméniens; mais bientôt la venue des croisés amena un troisième élément, les Franks, qui allait s'ajouter aux deux premiers et modifier les usages des Arméniens.

Dès leur apparition en Cilicie, les Franks furent accueillis avec faveur par les Arméniens, et c'est grâce à l'assistance qu'ils donnèrent aux croisés, que Léon II obtint des occidentaux le titre de roi. La politique inaugurée par les premiers Roupéniens, et qui avait eu pour mobile de venir en aide aux croisés, devait profiter à leurs successeurs, et Léon II, en obtenant la couronne, se trouvait pour ainsi dire obligé de subir l'influénce des occidentaux. Aussi dans les années qui précédèrent son couronnement, Léon s'était fait initier aux usages, aux coutumes et aux institutions des Franks, afin de faire considérer son état comme une succursale de l'empire que les croisés avaient fondé en Syrie.

Afin de se mettre en communication directe avec l'Europe, Léon ouvrit les ports de son royaume aux marchands étrangers, et bientôt les Génois et les Vénitiens accoururent en Cilicie et obtinrent des priviléges étendus. La présence continuelle d'étrangers venus de tous les points de l'occident était de nature à transformer, en assez peu de temps, le pays d'Arménie, et c'est en effet dans les dernières années du XII[e] siècle, que Léon régularisa sa conquête, confirma à ses barons la possession de leurs fiefs, institua une cour modelée sur l'étiquette en usage dans celles de l'occident, tout en faisant revivre des titres et des fonctions de l'ancienne organisation satrapale de Valarsace, auxquelles il donna des appellations empruntées au langage des Franks. L'organisation nouvelle, dont Léon dota son royaume, ressemble beaucoup à celle que Valarsace avait introduite en Arménie, plus de dix siècles auparavant; seulement celui-ci avait apporté avec lui les institutions des Arsacides, tandis que celui-là avait emprunté celles des Franks, qu'il avait sagement modifiées pour les mettre en harmonie avec celles de ses sujets. Il eût été en effet impossible à Léon d'opérer en un seul jour un changement si radical, dans les moeurs et les institutions de tout un peuple. Il lui fallut du temps pour introduire, une à une, les modifications et les réformes qu'il voulait apporter dans l'organisation politique et sociale de sa principauté, et encore ces modifications et ces réformes n'attaquaient presqu'en rien le fond même des institutions arméniennes; la législation, le droit de propriété, la religion, etc., tout, en un mot, conservait son caractère national; la forme seule subissait un changement notable. Mais, va-t-on se demander, comment se fait-il que le régime féodal, qui apparaît d'une façon si évidente en Arménie dès l'époque de Léon II, que nous voyons s'établir presque subitement au moment même du couronnement de ce prince, et dont nous suivons les rapides développements sous le règne de ses successeurs, ait pu s'établir

ainsi chez un peuple qui ne semblait point préparé à le recevoir, et qui paraît l'avoir subi plutôt par un concours de circonstances imprévues, que par une nécessité imposée par les évènements? Cette question, toute spécieuse qu'elle paraisse au premier abord, est facile à résoudre, si l'on considère que le système féodal de l'occident n'était pas tellement différent du mode de gouvernement des Arsacides, des Bagratides et même des Byzantins, que ces deux systèmes aient été inconciliables. C'est justement par leurs points de contact les plus saillants, que Léon II opéra leur fusion, et si l'on compare les institutions de Valarsace, qui durent se modifier nécessairement, en passant à travers les siècles et en subissant les influences des coutumes apportées par les conquérants étrangers, pour arriver jusqu'à l'émigration des Arméniens en Cilicie, avec le régime féodal que les croisés instituèrent en Syrie, on sera frappé de la ressemblance qui existe sur beaucoup de points, entre les deux systèmes d'institutions.

Cependant le régime féodal, avec la valeur qu'on donne, en Europe, à cette expression, ne paraît avoir été introduit en Arménie qu'à partir de Léon II. On sait en effet que, lors de l'arrivée des Arméniens en Cilicie, le pays était au pouvoir des empereurs grecs, qui le faisaient administrer par des gouverneurs choisis parmi les officiers de leur palais. Aussi, en émigrant de leur pays, dans une province byzantine, les Arméniens, par le fait même de leur installation sur le territoire impérial, devinrent les vassaux des souverains de Constantinople, et furent dès-lors soumis à la juridiction des lieutenants grecs. Bientôt, plusieurs de ces chefs arméniens, qui avaient guidé l'émigration, obtinrent des Grecs le gouvernement de quelques villages et châteaux, moyennant qu'ils devaient payer l'impôt et prêter l'hommage à l'empereur; tandis que d'autres s'installèrent de force dans des forteresses, se déclarèrent indépendants et appelèrent sous leur bannière les nouveaux émigrants qui venaient contrebalancer les forces byzantines dans le Taurus. Parmi les chefs arméniens qui ne voulurent point reconnaître l'autorité impériale, il y en eut un, Roupĕn, appartenant à la famille royale des Bagratides d'Ani et proche parent de Kakig II, dernier souverain de cette dynastie, qui s'empara de plusieurs châteaux et légua à son fils Constantin le soin de continuer la conquête qu'il avait commencée. Mais une rivalité ne tarda pas à se manifester entre les chefs arméniens indépendants et ceux qui reconnaissaient la suzeraineté de l'empire grec. Alors deux camps se formèrent: le parti national avait à sa tête les princes issus de Roupĕn, et le parti byzantin, qui défendait les intérêts de l'empire contre les empiètements des Arméniens indépendants, avait pour chef le seigneur du château de Lampron. Des jalousies de famille, aussi bien que des questions de personnes, étaient les principaux motifs de la rivalité des partis. Ces luttes de dynasties furent la cause des obstacles que les Arméniens rencontrèrent dans leur conquête, car elles duraient encore dans la seconde moitié du XIIe siècle, époque à laquelle la puissance byzantine, ayant perdu toute sa force, céda la place aux Arméniens, qui dominèrent bientôt sur toute la contrée. Le royaume de Léon II était borné au nord par la chaîne du Taurus, au sud par la mer, à l'est par l'Amanus, à l'ouest par les montagnes de l'Isaurie. Les barons ar-

*

méniens, possesseurs de forteresses, au nom de l'empire, se rallièrent peu-à-peu aux Roupéniens; mais les barons de Lampron résistèrent aux obsessions de la cour de Sis, qui cherchait à les faire rentrer dans l'obéissance. A la mort de Léon II, qui était parvenu à dominer dans le pays et à établir sa suzeraineté sur les chefs arméniens, possesseurs de forteresses, le seigneur de Lampron résistait encore, et ce ne fut que sous le règne d'Héthoum I, que la fusion des deux familles s'établit d'une manière définitive.

Les règnes des premiers successeurs de Roupēn furent employés, on le voit, à lutter contre les forces combinées des Grecs et des Arméniens, vassaux de l'empire. Pendant les luttes, il n'était pas possible de créer un système régulier de gouvernement. Ce que les Roupéniens avaient pu faire, c'était la conquête, et ils l'avaient accomplie! Mais quand les croisés eurent traversé la Cilicie, et que Léon II eut obtenu d'eux une protection qui avait manqué à ses prédécesseurs, la cause de l'Arménie fut définitivement gagnée. Débarrassé de la présence des Grecs, libre de toute inquiétude du côté de l'empire, trouvant une assistance puissante chez les Franks, Léon résolut de fonder un royaume. A ce royaume, il fallait une constitution, que le roi d'Arménie établit, en faisant usage des anciennes lois de la nation, des codes de Byzance et de la législation féodale, que les croisés avaient formulée dans le livre de leurs Assises de Jérusalem.

L'ancien système administratif de l'Arménie, tel que Moyse de Khorēn le décrit dans son Histoire [1]), reçut de fréquentes modifications sous les successeurs de Valarsace et particulièrement sous le gouvernement des Sassanides, des Arabes, des Grecs et des Bagratides. Malheureusement, les documents nous manquent sur ces variations, et nous ne savons pas précisément à quelles évolutions ce système était arrivé, à l'époque de la chûte du trône de Kakig II, le dernier monarque de la dynastie Bagratide. Les révolutions, les différentes dominations étrangères, sans avoir entièrement anéanti les vieilles coutumes, dont les Arméniens conservaient religieusement le souvenir, avaient cependant sur bien des points porté atteinte à l'organisation primitive du royaume, et le clergé, seul dépositaire des traditions du passé, avait le privilége de connaître et de conserver les anciennes lois de l'Arménie. De tous les systèmes politiques par lesquels la race d'Haïg avait passé, celui qui avait prévalu chez elle était celui des Grecs, sous l'influence duquel les Arméniens se trouvaient encore soumis, lorsqu'ils émigrèrent en Cilicie; or les Grecs avaient subi, depuis longtemps déjà, l'influence de l'occident, par leur voisinage avec les états féodaux de l'Europe. Ce ne fut donc point par une transition violente que les Arméniens, mis en rapports avec les Franks, par suite des croisades, virent s'introduire au sein même des institutions nationales du pays, de nouveaux élements, et quelque étrange qu'ait pu leur paraître l'introduction de lois et de coutumes nouvelles, d'appellations de dignités étrangères, les modifications furent admises en principe, presque sans opposition, car elles n'attaquaient en rien le fond même de l'organisation sociale de la nation, et elles

1) Liv. II, ch. 7.

devaient avoir pour résultat de mettre les Arméniens au niveau des Franks de Syrie et d'être compris par eux.

Le royaume d'Arménie ressemblait en apparence, par sa constitution, aux états chrétiens d'orient, et son organisation féodale différait peu de celle des Franks. Aussi aux yeux des croisés et des occidentaux, l'Arménie formait, pour ainsi dire, comme un état inhérent aux possessions de la chrétienté en Syrie, quoiqu'au fond il y eût des différences, quant aux lois, aux institutions et surtout à la religion. Pour l'historien qui scrute, dans ses moindres détails, la vie sociale d'un peuple, l'Arménie était un état à part, comme l'était aussi la Géorgie, ayant son organisation particulière, seulement la foi chrétienne et le contact des croisés avaient contribué à y faire pénétrer une empreinte assez sensible de la féodalité de l'occident, qui au premier abord pouvait tromper l'observateur. Mais malgré cette fausse apparence, qu'une étude approfondie ne tarde pas à faire disparaître complètement, le fond de l'Arménie était toujours resté le même, avec son cachet oriental, qu'on ne voit s'effacer, en partie du moins, qu'à l'époque des Lusignan, à la fin de l'existence du royaume de Sis.

Il ne faudrait pas croire que l'Arménie fût le seul état où la féodalité parvint à s'introduire par suite du contact des Franks; un phénomène semblable s'était manifesté, presqu'à la même époque et dans les mêmes circonstances, en Sicile, lors de l'occupation de l'île par les Normands. C'est ainsi que nous voyons, dans ce pays, l'homme du nord emprunter à l'Arabe les arts, la civilisation, qui s'étaient réfugiés alors dans les cours de Baghdad et du Kaire, tandis qu'il lui apportait, en échange, les coutumes féodales, auxquelles l'Arabe devait plier jusqu'à son langage. [1])

C'est aussi en vertu de cette loi d'emprunt et d'assimilation, que la féodalité s'établissait sur les ruines des institutions primitives, établies sur la personnalité. Il est évident que lors de l'invasion de la Cilicie par les Arméniens, qui s'approprièrent le sol qu'ils venaient d'occuper par droit de conquête, cette appropriation dut naturellement rendre territorial ce qui n'était que personnel auparavant. Ainsi le même fait qui s'était produit lors de l'invasion des Arméniens, au pied de l'Ararat, dans les premiers siècles de leur histoire, et qui se manifesta de même en Europe, après les invasions, se reproduisit en Cilicie, aux croisades. Les vieilles lois *germaniques*, fondées sur la personnalité, tombèrent en désuétude et cédèrent la place à d'autres lois, qui, pour n'être pas écrites, n'en furent ni moins impérieuses, ni moins durables, parce qu'elles avaient leurs racines dans le fond même de la société. [2])

En prenant le gouvernement de la Cilicie, que Roupên II avait quitté par son abdication, Léon II, son frère, confirma aux barons, maîtres de forteresses et de villages, la possession de leurs châteaux et leur donna même des terres en fiefs subordonnés à sa su-

1) Journal asiatique, 1845. Lettre sur les diplomes arabes, conservés en Sicile, par N. des Vergers.

2) Guérard, Cartulaire de S.-Père de Chartres, Introduction, p. 97

zeraineté. Ce fut l'origine du système féodal de la Cilicie. Le baron de Goud, qui était connétable[1]), avait le commandement des troupes royales. Les barons de Lajazzo, de Lamas, de Gorigos, d'Anémour, veillaient à la garde du littoral. La défense des frontières orientales était confiée aux barons de Tell-Bascher, d'Ablasta, de Pardzerpert, de Vahga et de Marasch; celle des frontières occidentales, aux barons d'Antiochette, de Sequin et des châteaux de l'Isaurie. Les passages qui donnent entrée dans la Cilicie furent donnés en garde aux barons de Gamar (Camardesium — aujourd'hui Démir-Capou), de la Portella, de Gaban, de Gouglag (le Kulek-Boghaz), et de Bodandas (Posanti). Enfin les barons de Sarovantikhar, de Vaner, de Gobidar, de Moléon, ainsi que les chevaliers des ordres de St. Jean de Jérusalem, du Temple et de la milice de St. George ou teutonique, reçurent des fiefs ou des donations plus ou moins considérables dans l'intérieur du pays.

Quand Léon II eut constitué sa noblesse, en donnant en fief à chacun de ses barons la terre qu'il occupait, il lui accorda de nombreux priviléges et assura son hérédité. Par le fait même de cette donation, le système féodal entraîna en principe deux catégories de biens: le droit de propriété pour le roi, pour les barons et le clergé, et celui d'usufruit pour la noblesse inférieure, pour les colons et le peuple conquis, c'est-à-dire pour les Grecs et les musulmans établis dans le pays.

La haute noblesse se composait des descendants des barons qui avaient pris part à la conquête de la Cilicie, sous Roupên et ses successeurs. Ces grands vassaux relevaient directement de la couronne: c'étaient les barons des principales forteresses, investis des hautes charges de la cour, les évêques-abbés de monastères et seigneurs de forteresses, et tous ceux enfin dont le roi était le seigneur direct, le chef immédiat. Au-dessous de cette noblesse se trouvaient les barons de second ordre, les chevaliers, les officiers attachés à la personne du roi, les abbés de monastères, ceux qui ne relevaient du roi que médiatement, bien que jouissant des droits de seigneurie et de justice.

Après la noblesse venait le peuple, qui se composait des Arméniens de condition inférieure, lesquels possédaient à titre de colons des terres données à cens; puis venaient les sujets ou serfs, qui formaient un ensemble assez considérable de Grecs, de Syriens, de musulmans et même de Franks. Willebrand d'Oldembourg nous apprend, dans son Itinéraire[2]), que les Arméniens dominèrent sur tous les autres: «Tamen ipsi Hormeni dominantur»; ce qui veut dire que les Arméniens étaient non-seulement les plus nombreux, mais encore qu'ils jouissaient, à titre de conquérants, d'une liberté plus grande que les serfs. En un mot, tout en étant sujets du roi, d'un baron ou d'une abbaye, ils n'étaient pas attachés à la glèbe, comme les sujets non-arméniens; mais ils se trouvaient dans une situation à-part, ayant quelque analogie avec la condition des colons en occident.

L'organisation féodale de l'Arménie avait, comme en occident, ses avantages, mais aussi elle avait en elle son principe dissolvant: c'était l'indépendance que certains feuda-

1) Chronique de Sempad; *ad calcem.*

2) Cf. Συμμίκτα, de Léon Allatius.

taires affectaient vis-à-vis du roi. Aussi, de même qu'en France, le pouvoir royal eut plusieurs fois à soutenir des luttes meurtrières contre la noblesse arménienne et principalement contre les grands vassaux. Il est question, dans la Chronique de Sempad, des guerres et des révoltes des grands barons contre leurs suzerains, les rois d'Arménie [1]). Le seigneur de Lampron qui, à l'origine de la conquête arménienne, était feudataire de la couronne de Byzance, et qui rivalisait de puissance avec les Roupéniens, leur contestait le droit de souveraineté, que ses membres exerçaient sur les autres chefs arméniens du Taurus et de la Cilicie. De même que les Roupéniens, les Héthoumiens de Lampron (tel est le nom de cette dynastie baronnale), avaient été décorés par les empereurs byzantins du titre de sébastos, et cette dignité les mettait au même rang que leurs rivaux, les barons de Sis. Des guerres sanglantes, dont parle le connétable Sempad dans sa Chronique, et dans lesquelles la trahison joua le plus grand rôle, finirent par se terminer au profit des Roupéniens; mais la paix ne fut définitivement conclue que par des alliances entre les deux familles, alliances qui, à la mort de Léon II et à la suite du mariage de Zabel, sa fille, avec Héthoum, fils du baïle Constantin, baron de Pardzerpert, devaient faire passer la couronne d'Arménie sur la tête d'un prince descendant des Héthoumiens de Lampron. En effet, à partir de ce mariage, la branche aînée des seigneurs de Lampron s'éteignit, et le château fut acquis à la couronne; car, dès cette époque, nous voyons que les seigneurs de Lampron n'étaient plus héréditaires, et que les barons, qui le tenaient en fief, furent tous des princes appartenant à la famille royale.

Parmi les institutions de Léon II il en est une, qui paraît avoir été presqu'entièrement imitée des Franks et semble avoir été créée sous l'inspiration même des Assises de Jérusalem: c'est l'installation des *curiae* ou cours de justice. La haute cour d'Arménie, *regalis curia*, appelée aussi *divan* [2]), apparaît pour la première fois dans l'histoire, sous le règne de Léon II, et dès-lors on la trouve mentionnée dans presque tous les priviléges accordés par les rois aux nations étrangères qui venaient commercer en Cilicie. De même que la haute cour de Jérusalem, elle était présidée par le roi et, en son absence, par l'un des grands-officiers de la couronne, peut-être même par le patriarche, assisté par les grands vassaux liges du royaume. On y jugeait les barons, pour leurs personnes et leurs fiefs. Cette cour suprême était aussi le conseil du souverain, puisque dans les diplomes le roi dit qu'il a accordé les priviléges de l'avis de ses barons, dont on voit figurer la signature à la fin de l'acte. De plus, la haute cour étendait sa juridiction non-seulement sur tout ce qui avait rapport à l'administration politique et civile du royaume, mais encore sur une certaine catégorie de crimes, susceptibles d'être jugés d'après les lois du sang et commis, soit par des Arméniens, soit par des étrangers établis dans le pays. La Cour du roi était en outre appelée à juger, en dernier ressort, les contestations qui survenaient entre les sujets du roi et des étrangers, quand les arbitres nommés *ad hoc* et l'archevêque

1) Chronique de Sempad, *passim*.

2) Privilége de Léon III aux Génois, en 1288.

de Sis, n'avaient pu accorder les deux parties. La haute cour avait son siége à Sis; mais lorsqu'il s'agissait d'affaires entre Arméniens et étrangers, la cause se jugeait à Lajazzo, devant le connétable, comme on le voit par une charte, où il est dit: *Actum in Aïacio, in Curia regis Armeniae* [1]).

Au-dessous de cette cour venait celle de l'archevêque de Sis, *Curia sisensis episcopi*, qui correspondait à celle que l'on appelait, dans les royaumes de Jérusalem et de Chypre, la Cour des bourgeois ou du vicomte. Ce tribunal, dont l'existence remontait à l'ancienne monarchie arménienne, a ses attributious définies dans le code arménien, rédigé par Mékhithar Koch au XIIIe siècle: «Toutes les autres parties du droit, dit le jurisconsulte, «seront jugées par des magistrats; le péché honteux et secret sera jugé par les évêques «et prêtres, commis pour décider sur ces sortes de choses» [2]). D'où il résulte que tous les crimes qui n'entraînaient pas la peine capitale, que la cour du roi seule pouvait prononcer, les vols et larcins, les coups et blessures, les différends entre Arméniens et étrangers, etc., étaient jugés par le tribunal de l'archevêque de Sis, qui en était le président. Il ne paraît pas que cette cour de justice soit constamment restée entre les mains des archevêques de Sis, car les pièces diplomatiques nous apprennent qne sous les règnes de Léon III et de ses successeurs, ce tribunal avait changé de nom et s'appelait *Curia ducalis et baïlia regis* [3]). Alors c'était le connétable du royaume qui la présidait, sous le titre de *conestabulus-ducha* [4]). Le capitaine de Lajazzo pouvait au besoin remplacer le connétable, lorsqu'il s'agissait de statuer sur les différends survenus entre des étrangers et des Arméniens. Les juges de ce tribunal portaient le titre de *baillis royaux*.

Outre la Cour du roi et celle de l'archevêque de Sis ou du connétable, il y avait encore d'autres cours de justice, car on sait que l'une des prérogatives de la noblesse était le droit de juger. Ceux qui étaient en possession de ce droit étaient dits avoir haute, moyenne et basse justice, suivant que leur compétence était plus ou moins étendue: ainsi il y avait la justice des barons pour leurs vassaux, la justice des abbés des monastères, la justice des ordres religieux établis en Arménie, *omne jus per terram*, que le roi avait accordée aux hospitaliers en particulier, enfin les tribunaux des baïles ou consuls des étrangers domiciliés en Cilicie.

Nous venons de dire qu'au roi seul était réservé le droit de mort, cette législation appartient à la coutume arménienne [5]): «Les thawads (princes), dit le code de Mékhithar «Koch, ne pourront sans ordre du souverain faire périr les meurtriers». Cette garantie, donnée par la loi arménienne aux sujets du roi, avait pour but d'empêcher les injustices coupables des grands vassaux, qui sacrifiaient souvent avec trop de facilité la vie des serfs, confiés à leur autorité seigneuriale.

---

1) Mas-Latrie, H. de Chypre, II p. 78.

2) Code de Mékhithar Koch, ms. de la Bibl. Imp. Cf. aussi Journ. asiat. (1832) p. 29, le travail de M. Brosset sur la législation arménienne, extraite du code géorgien.

3) Mas-Latrie, II, p. 78.

4) Mas-Latrie, III, p. 677.

5) Journal asiatique (1832), le travail déjà cité de M. Brosset.

Les chartes nous apprennent que les Génois et les Vénitiens avaient des tribunaux consulaires à Sis, à Tarse, à Malmistra (Mopsueste) et à Lajazzo. En échange de ce droit de justice, les communes étrangères, établies dans le royaume, devaient rendre au roi fidélité et hommage et le défendre, lui et les siens, de tout leur pouvoir: « *Teneantur michi* « *et heredibus meis de cetero conferre amorem, honorem amplificare et exaltare et defendere pro* « *posse suo regnum nostrum,...... bona fide et sine malo ingenio* ».[1])

Telles sont en résumé les institutions de Léon II, dont l'histoire et les chartes nous ont conservé le souvenir. Nous allons étudier maintenant les impôts, les redevances, les droits féodaux et les coutumes en usage en Arménie sous les Roupéniens, après quoi nous essayerons d'esquisser quelques-uns des principaux traits de la législation féodale de la Cilicie, dont quelques fragments détachés, conservés dans les pièces diplomatiques, nous sont parvenus.

Les chartes nous fournissent une preuve concluante de l'organisation de la féodalité en Cilicie: ce sont quelques-uns des termes que la chancellerie arménienne employait dans la rédaction de ses pièces, et qui servaient à qualifier diverses espèces de droits et de redevances que l'on acquittait au trésor royal. En effet, ces termes sont les mêmes que ceux usités en Europe et en Syrie, à l'époque des croisades, seulement on est frappé de la confusion des uns avec les autres, ce qui prouve que les Arméniens avaient eu de la peine à discerner la différence, quelquefois insensible, que les législateurs du moyen-âge avaient cependant indiquée pour chacun de ces termes en particulier.

Les droits féodaux étaient en Arménie, avec le produit des douanes et des péages, les seuls revenus du roi et de ses grands vassaux; car dans tout le moyen-âge on ne connaissait pas les impôts publics, mais seulement les redevances et les obligations privées, qui se payaient dans des intérêts particuliers et locaux. Sans prétendre à une classification rigoureuse des droits mentionnés dans les chartes du royaume d'Arménie, nous nous sommes guidé pour la revue que nous allons faire, sur l'affinité qu'ils offrent avec ceux de la France, puisque nous savons que le système féodal, introduit en Cilicie, était en grande partie calqué sur celui des Français établis en Syrie.

1° La *contrarietas*[2]) était un droit arbitraire, *molestia*, qui pesait sur chacun en général, et qui était pris dans le sens de corvée. 2° Le *servitium* était une *praestatio*, que chacun devait à son seigneur[3]), et dans certains cas une redevance pour le service militaire. 3° Le *pactum* était un impôt, que Ducange définit: *tributum quod ex pacto exigitur.* Chez Froissard, il a le même sens[4]). 4° L'*occasio*, achoison, était une prestation que les sujets devaient à leur seigneur, lors d'une guerre ou de toute autre nécessité[5]). Ce terme a aussi la valeur de *lis injuste intentata.* 5° L'*exactio* était une charge imposée par le sei-

1) Privilége de Léon II aux Génois, en 1201.
2) Privilége du même, en 1201.
3) Privilége du même aux Génois et aux Vénitiens, 1201.
4) Froissard, Chronique, t. III, p. 276.
5) Privilége de Léon II aux Génois, 1201, et de Léon V aux Vénitiens, en 1333.

gneur ou par les officiers du roi, plutôt qu'un droit éventuel[1]). Ce terme a de l'analogie avec la *contrarietas*. 6⁰ L'*angaria*[2]) ou *actio*, était une corvée en général, mais principalement celle par charrois. Cet impôt existait sous les Bagratides, à Ani, où il avait été établi par les Grecs. Une inscription de la cathédrale de cette ville en fait mention et le nomme անգարիոն[3]). 7⁰ La *decima*, dîme, était une part des fruits ou du revenu prélevée par l'église ou par le seigneur sur toute sorte de productions. Cet impôt date en Arménie de l'époque de S. Grégoire l'Illuminateur, et on le trouve établi dans le code de Mékhithar[4]). 8⁰ La *consuetudo* était une coutume locale[5]), une série de droits établis par l'usage, comme cens, tonlieu, justice, etc. Un poète du moyen-âge définit ainsi la *consuetudo*[6]):

Mos est antiqua, consuetudoque probata,
Est consuetudo jus scriptum more statutum.

La même définition se trouve dans le vers de S. Grégoire de Nazianze:

Ἔθος γὰρ ἐγχρόνιζον εἰς νόμον τέλει.

9⁰ La *tzerca*, droit de recherche, se prélevait sur les objets volés, de quelque nature qu'ils fussent, et qui avaient été trouvés par les officiers du roi. Ce droit consistait à donner au trésor royal un tiers de la valeur des objets retrouvés et rendus. 10⁰ Le tonlieu, *drictura maris et terrae*[7]), était un droit de douane sur les marchandises transportées par terre et par eau. 11⁰ Le *transitus*, travers[8]), était le droit perçu par le seigneur sur les marchandises transportées à travers ses terres d'un lieu à un autre, ou par le roi, pour le transport des mêmes marchandises à travers ses états. L'exemption de ce droit pour les Vénitiens et les Génois s'appelait *liber transitus*[9]). Le *tabulagium*[10]) était le droit que l'on payait pour avoir une table ou étalage dans les foires et marchés. Ce droit porte chez nous le nom de droit de place. Les chartes nous fournissent encore d'autres termes, comme *drictus*, *drictura*, *datio*, *tributum*, *vectigal*, qui sont des variantes des mots droits et impôts; c'est dans cette catégorie, que doivent se ranger l'impôt sur la terre ensemencée, sur les vignes[11]), et le droit de capitation que les sujets musulmans du roi devaient acquitter au trésor.

La législation féodale, sous les Roupéniens, nous est presque totalement inconnue. A part quelques renseignements que les chartes nous fournissent sur ce sujet et le curieux chapitre de la compilation de Jean d'Ibelin, relatif aux droits de soumission des fiefs en Arménie, il ne reste rien du code féodal et des usages en vigueur dans la Cilicie, au moyen-âge. Il est probable que la législation arménienne avait pour base le code de Mékhithar, car c'est encore lui qui régit aujourd'hui même les Arméniens, lorsqu'il s'agit de régler des questions particulières qui ne les obligent pas à réclamer la justice des puis-

1) Privil. de Léon II aux Gén., 1201, etc. 2) Ibid.
3) Brosset, 3e Rapport, p. 94.
4) Journ. asiat. 1832, loc. cit.
5) Privilége de Léon II aux Génois, 1201.
6) Ebrard Beth. in Graeciss, cap. 12.
7) Privilége de Léon II aux Génois.
8) Ibid.
9) Privilége de Léon II aux Vénitiens, 1201.
10) Privilége de Léon II aux Génois, 1201.
11) Code de Mékhithar, cf. Journ. asiat. loc. cit.

sances dont ils sont sujets. Nous connaissons de cette législation féodale plusieurs points: 1° la loi de la soumission des fiefs; 2° la fixation du domaine des femmes nobles; 3° l'existence des coutumes locales; 4° certains articles de la législation internationale, tels que les droits d'*aubaine* et de *bris*. Voici ce que nous savons sur ces différentes questions:

La succession des fiefs en Arménie n'était pas régie par des lois fixes; cependant nous avons la preuve, par le contenu du privilége de Léon II[1]), qu'à la mort d'un baron, son fief retournait au roi, qui en disposait selon son gré. Mais s'il advenait que le feudataire voulût se dessaisir de son fief au profit de l'un de ses héritiers, il était obligé de s'en rapporter à la loi des Assises de Jérusalem, car le code de Mékhithar n'avait pas prévu le cas. Ainsi Jean d'Ibelin raconte, au chapitre 149 de sa compilation[2]), que Constantin, baron de Pardzerpert, ayant voulu donner à l'un de ses fils, Ochin, son fief de Gorigos, le connétable Sempad, son fils aîné, s'y opposa. Constantin écrivit alors aux jurisconsultes cypriotes, en les priant de l'éclairer sur la question. Ceux-ci s'inspirèrent du texte des Assises, et Sempad fut obligé d'accepter la décision des arbitres. De cette manière, la loi franke fut adoptée en Arménie, en ce qui concernait la législation des fiefs. La rubrique de cette loi était ainsi conçue: «*Celuy qui a fié conquist, le puet doner par l'assise et* «*l'usaige de cest royaume, au quel que il veaut de ses heirs, mais que ce soit par l'otroi dou seignor* «*de qui il tient le fié*». En principe, cette législation n'était point en désaccord avec la loi arménienne, car nous savons qu'il était d'usage en Arménie, que la dignité royale, héréditaire en principe, ne devait pas néanmoins se transmettre rigoureusement de fils aînés en fils aînés. La loi modifiait sagement, comme en France, sous la première race, ce que la constitution pouvait offrir de dangereux, en ne déterminant pas le vrai caractère de la légitimité. Elle ajoutait que, si parmi les enfants, que le roi laisse en bas âge, il y en avait un plus digne que l'aîné de succéder à son père, ce serait celui-là qui serait placé sur le trône.[3])

La loi d'Arménie nous fournit encore d'autres points de contact avec la législation des Assises. Ici il s'agit du douaire des femmes; c'est le contrat de Fénice, fille d'Héthoum Ier[4]), et qui nous apprend que le douaire donné à une princesse, soit en argent, soit en terre, soit en rentes, était payé sans aucun hommage ni suggession. Il n'engageait à aucune redevance, si ce n'est toutefois de fournir un ou plusieurs chevaliers, qui jouissaient de grandes prérogatives.

Les coutumes locales, dont nous avons dit un mot plus haut, étaient en Europe au moyen-âge très nombreuses et souvent très singulières. En Arménie, il y en avait aussi;

---

1) Chrysobulle de Léon II aux hospitaliers, 1214.

2) Assises de Jérusalem (Ed. Beugnot), ch. 149; dans les hist. occid. des croisades, publiées par l'Acad. des Inscr. et Belles-Lettres de Paris.

3) Journ. asiat. loc. cit. p. 21 et suiv. — Cf. Sur les lois de succession en Arménie, l'édit III de Justinien, dans le Corp. juris civil., col. 1078, et les lois de succession, traité en arménien, faisant jadis partie des mss. de Garabed, évêque de Daïk, et coté 27. Ce ms. est intitulé: « Code en 150 articles. »

4) Paoli, Cod. diplom. I, 119.

*

le pélerin d'Oldembourg, Willebrand, en cite une qui est intéressante en ce sens, qu'elle existe dans quelques états de l'Europe, encore à présent. Ce voyageur nous apprend [1]) qu'il était interdit à quiconque d'entrer dans le royaume d'Arménie sans avoir préalablement obtenu du roi un permis de séjour, qui donnait l'accès dans les villes du pays et ensuite la faculté de sortir des frontières ou de s'embarquer: «*ita ut hospes*, dit Willebrand, «*si terram intraverit, absque regia bulla exire non possit.*» Ce fut pour parer à cet inconvénient, que les villes maritimes de l'occident obtinrent dans leurs priviléges que le roi stipulât: «*libertatem per terram et per mare eundi et redeundi*». [2])

Les chartes qui nous sont parvenues étant toutes relatives aux rapports des Arméniens avec les étrangers, on ne doit pas s'étonner de voir que la législation internationale nous fournit plus de renseignements que les lois qui régissaient le royaume, à l'époque des croisades. Les deux points les plus curieux que nous procure l'étude des documents, sont assurément les clauses relatives aux droits *d'aubaine* et de *bris.* Il était d'usage en Arménie au moyen-âge, comme dans presque tous les états de l'Europe et de l'Asie, que le souverain héritât de l'étranger qui mourait dans son royaume. Cet usage, connu en France sous le nom de *droit d'aubaine*, exista en Arménie jusque dans les premières années du XIIIe siècle. Ce furent les Génois qui, les premiers, obtinrent que le roi se désistât de ce droit en leur faveur, seulement avec certaines restrictions. Les Vénitiens obtinrent aussi l'abolition de cette coutume barbare. Mais le droit d'aubaine subsistait toujours pour les autres étrangers, et Kélaoun ne put en obtenir l'abolition qu'en 1288 [3]). Une autre coutume, plus barbare encore que la précédente, consistait à s'emparer des épaves et des marchandises que les flots apportaient sur le rivage, après un naufrage. Les Assises de Jérusalem abolirent ce droit [4]), et les princes d'Arménie se désistèrent en partie des prétentions qu'ils avaient sur les personnes et les choses naufragées [5]). Les Génois et les Vénitiens étaient protégés par le roi, en cas de naufrage, mais les autres étrangers étaient, eux et leurs marchandises, soumis à la loi commune. Cependant la loi arménienne [6]) stipulait la protection que l'on devait accorder aux naufragés; mais cette législation, conforme à la loi romaine, que le rédacteur du code avait prise pour base [7]), n'était pas observée dans la Cilicie.

Les lois d'Arménie, sous les Roupéniens, rendaient responsable des dommages causés par un étranger, établi dans le pays, toute la colonie dont cet étranger faisait partie; elle punissait toute la commune étrangère par la privation du droit de se livrer librement au commerce, si un navire, appartenant à la nationalité de cette commune, venait à faire de la contrebande [8]); enfin les Roupéniens autorisaient la vente des esclaves [9]), etc. Les

1) Willebr. Itin., dans les Συμμικτά de L. Allatius.
2) Privilége de Léon II aux Gén. et aux Vénit., 1201.
3) Traité de paix de Léon III avec Kélaoun, dans Makrizy, Hist. des mamelouks, trad. de Quatremère.
4) Assises de Jérusalem, t. II, p. 47.
5) Privilége aux Génois et aux Vénitiens, 1201.
6) Pardessus, Lois marit., t. III, p. 531, art. 364.
7) Novellae constitutiones: nov. 21.
8) Privilége de Léon V aux Siciliens.
9) Privilége de Léon III aux Génois, 1288, et traité de paix avec Kélaoun, loc. cit.

détails nous manquent sur les autres points de la législation des Roupéniens, mais nous avons tout lieu de conjecturer que le code de Mékhithar et les assises servaient de base à la loi féodale, qui régissait les personnes et les terres, à l'époque dès croisades, dans le royaume de Sis.

§ 3. Des grands offices de la couronne.

L'organisation féodale, préparée et inaugurée par Léon II, ne fut pas établie par ce qu'on pourrait appeler un coup d'état. Le changement d'appellations, les modifications apportées dans les coutumes, ne s'opéraient pas à jour fixe, et Léon eut à lutter longtemps, avant de pouvoir faire adopter par ses sujets les usages, les coutumes et les moeurs des Franks. L'opposition que Léon rencontra fut très vive. Deux partis s'étaient formés: l'un, que nous appellerons le vieux parti, voyait avec peine l'introduction, dans le pays, d'un système nouveau; l'autre, le parti des réformistes, à la tête duquel était le roi, avait adopté peu-à-peu les institutions civiles et politiques des occidentaux. St.-Nersès de Lampron, archevêque de Tarse, auteur de discours et de constitutions spirituelles, nous révèle, à l'égard de l'organisation féodale de l'Arménie, des faits curieux, dans un écrit adressé sous forme de lettre à Léon II, pour se justifier des accusations que le vieux parti, dont le siége était dans la Grande-Arménie, avait dirigées contre lui[1]): «Employez, dit St.-Ner- «sès à Léon II, comme titres d'honneur les noms d'amir, Ամիր (prince), de hedjoub, «Հեջուպ (chambellan), de marzban, մարզպան (gouverneur), de sbasalar, սպասալար (géné- «ral[2]), et autres semblables, et ne vous servez plus de ceux de Սիր, seigneur, de պրոքսի- «մոս, trésorier, de գոնդէստապլ, connétable, de մարաջախտ, maréchal; de chevalier, շե- «ւալիր, de լէժ, légat, comme c'est l'usage des Latins. Changez le costume[3]) et les appel- «lations des Franks, pour les costumes des Perses et des Arméniens, à l'imitation de vos «pères, et rétablissez dans votre cour l'étiquette des anciens temps.» On le voit, l'Arménie était déjà sous Léon II au niveau des états d'occident. Sous Léon III, des modifications furent apportées dans l'organisation des grands offices de la couronne. Vahram Rapoun, dans sa Chronique rimée, nous apprend que le nombre des officiers du roi fut augmenté[4]), et en effet nous voyons apparaître, à partir du règne de Léon III, des noms de dignités nouvelles, dans les documents diplomatiques.

La cour d'Arménie, modelée sur celles des cours d'occident et de Syrie, dont les Assises nous ont transmis le cérémonial et le détail, se composait de grands officiers, laïcs et ecclésiastiques. La succession des personnages est assez facile à reconstituer avec les

---

1) Oeuvres de St. Nersès de Lampron, lettre à Léon II (éd. de Venise) p. 234.

2) Sur les sbasalars, cf. St.-Martin. Mém. sur l'Arménie, t. I, p. 298, 299.

3) Sur le costume des rois de l'Arménie, cf. les médailles des Roupéniens publiées par M. Brosset et par nous, Numism. de l'Arménie au moyen-âge. Planches.

4) Vahram Rapoun, Chronique (Ed. Neumann, Londres, 1831).

chartes, et nous allons essayer d'en présenter le tableau. Voici d'abord la série des dignités de la cour et des fonctions administratives ; on verra que chaque domination étrangère avait imprimé le cachet de son séjour, sur beaucoup des dénominations que nous retrouvons usitées en Cilicie.

Noms des titres et fonctions arméniennes.	Origine grecque.	Origine arabe.	Origine franke.	Valeur.
1. Takavor.......	....	....	....	Roi.
2. Takatir	....	....	....	Météor de la couronne, celui qui couronne le roi.
3. Connétable.....	....	....	Connétable.	Généralissime.
4. Maréchal......	....	....	Maréchal.	
5. Senesgal.......	....	....	Sénéchal.	
6. Proximos......	Πρόξιμος......	....	....	Trésorier du roi.
7. Hedjoub ou Tchamplaïn.....	....	حجب......	Chambellan.	
8. Tranérets......	....	....	....	Chapelain.
9. Douk.........	Δουξ........	....	Duc.	
10. Count.........	Κουντ........	....	Comte.	
11. Baron.........	....	....	Baron	Seigneur féodal.
12. Asbed.........	Ασπιες.......	....	Chevalier.	
13. Kyr ou Gyr	Κύριος	....	Sir ou Sire.	Seigneur.
14. Baïle	....	....	Baïl	Régent, Consul.
15. Ledj..........	....	....	Légat......	Envoyé.
16. Amir	....	امير.......	....	Prince.
17. Sébastos	Σεβαστός.			
18. Pansébastos	Πανσέβαστος.			
19. Marzban ou Marzbied..........	....	....	Marquis....	Gardien de frontière.
20. Pourdjès (բուրճէս).........	....	....	Bourgeois...	Citadin.

Etudions maintenant quelques-unes des dignités que nous venons d'indiquer. Le takatir est d'origine arsacide. Valarsace, à ce que nous apprennent Moïse de Khorĕn et Assolik, avait introduit cette dignité dans son palais [1]), et les Roupéniens l'avaient fait revivre dans leur royaume, puisque dans une charte de donation, faite aux hospitaliers par Constantin, ce seigneur de Lampron l'intitule *takatir* ou *météor de la couronne des Ermines.* Guiragos nous apprend que la dignité de takatir avait été conférée à Constantin de Lampron, par Constantin, Sr de Pardzerpert, son beau-frère et père d'Héthoum Ier [2]). Les chroniques

1) Moïse de Khorĕn, liv. II. ch. 7. — Assolik, Hist. arms. 1re partie, ch. 5.
2) Guiragos, Hist. d'Arménie ; cf. Journ. asiat. (1858), p. 434: Dulaurier, Les Mongols, d'après les auteurs arméniens.

et les chartes ne nous font pas connaître quels furent les autres takatirs d'Arménie sous les Roupéniens, et nous avons tout lieu de croire que cette charge devint une des prérogatives inhérentes à la dignité de patriarche; car nous savons que les catholicos posaient la couronne sur la tête des rois, à leur avènement au trône, qu'ils étaient les dépositaires de cet insigne de la royauté et s'appelaient, par cette raison, *takabah*, conservateurs de la couronne.

Dans l'ancienne organisation satrapale de l'Arménie le commandant des troupes portait le nom de *sbarabed*, terme que les Roupéniens modifièrent en celui de *connétable*. Voici la liste de ces dignitaires, d'après les chroniqueurs et les chartes.[1])

1188. Baghdin ou Beaudouin.
1196—1207. Ebulgharib ou Abelgarib, Sr de Goud.
Constantin, Sr de Pardzerpert, père d'Héthoum Ier.
Sempad, fils de Constantin, frère d'Héthoum Ier.
Léon, fils de Sempad.
1304. Thoros.
1320. Ochin, Sr de Gandcho, cumulait la connétablie et la sénéchaussée.
Héthoum ou Aython, Sr de Gorigos.
Constantin, fils d'Ochin, Sr de Gorigos et de Lampron.
1329. Djohan ou Jean, fils d'Henry de Champagne, Sr de Sour.
1375. Liparit.

La dignité de *maréchal* fut instituée par Léon II en même temps que celle de sénéchal.
Vasil Sefrie, ou Basile, Sr de Vaner.
Vahram, Sr d'Asgouras, tué dans le complot qui avait pour but de mettre Raimond Roupĕn sur le trône.
1289. Léon.
Ochin, Sr de Lampron et de Marnich.
Héthoum, fils d'Ochin.
Thoros, Sr de Simanagla.
Sempad, Sr d'Asgouras et de Binak.
N., père d'Ochin, tué au siége de Lajazzo.
Beaudoin, Sr de Neghertz (Nigrinum), père de Constantin IV.

Après la chûte du royaume d'Arménie, les rois de Chypre, qui avaient pris le titre de rois d'Arménie, avaient nommé des seigneurs de leur cour à des charges empruntées aux royaumes anéantis dont ils devenaient les titulaires. Ce fait est attesté par une charte

1) Tous les personnages dont les noms vont suivre sont cités soit dans les chartes et pièces dont nous avons donné le catalogue, soit chez les écrivains orientaux qui parlent de l'Arménie, et surtout chez les chroniqueurs nationaux. Nous n'avons pas indiqué chacune des sources où nous avons puisé, à la suite des noms de personnages, ce qui eût surchargé outre mesure les annotations de ce mémoire.

de Jacques I[er], datée de 1395, où il est fait mention de Jean de Tibériade, maréchal[1]), et de Jean Babin, chambellan du royaume d'Arménie. Phébus de Lusignan, fils naturel de Janus, roi de Chypre, fut le dernier maréchal titulaire d'Arménie, et est cité comme tel, dans une charte de 1459.

Le *sénéchal* était une ancienne dénomination, donnée en Arménie à un personnage de la cour, qui portait le titre de *sénégabed.* Cette dignité fut remise en vigueur par Léon II.

1207. Adam de Gastein, nommé aussi Ade et Siradam.
Ochin, S[r] de Gandcho, connétable.
Raimond.
Héthoum.
Boémond, ou Bémount, Latin d'origine.
François Myre, chambellan et sénéchal de Léon VI.

La charge de chambellan fut instituée par Valarsace et paraît s'être continuée pendant toute la durée du royaume. Léon conserva cette charge, à laquelle il donna une appellation franke, *Dchampolain* ou *Dchamplain*, altération du mot chambellan.

Héthoum, grand-chambellan, *Մեծած ջամբլայ*.
Olivier ou Oulver.
1321. Le baron Héthoum.
Après 1380. François et Jean Myre.
Louis.
1395. Jean Babin, amiral de Chypre, chambellan titulaire d'Arménie. Sous Léon IV, la charge de chambellan se confondait avec celle de préfet de la maison du roi. Thoros était à-la-fois chambellan et préfet sous ce prince.

Les *capitaines de la cour du roi* apparaissent sous Ochin. Héthoum, S[r] de Neghertz, occupait cette charge, sous Ochin et sous Léon V, mais le dernier changea le titre de capitaine de la cour en celui de *gouverneur du royaume.*

Le *chancelier* du royaume était dans l'origine l'archevêque de Sis, mais plus tard, cette dignité, d'abord inhérente à celle de l'archevêque de Sis, passa dans des mains moins illustres, et de simples écrivains remplirent dans la suite cette charge.

1201. Jean, archevêque de Sis, abbé de Trazarg *(Trium Arcuum abbas, regni Armeniae legatus et cancellarius).*
1207. Vasile ou Basile *(fidelis cancellarius domini regis).*
1210. Barthélémy *(regiae duanae secretorum protonotarius).*
1214. Bovon *(latinus cancellarius domini regis, apud Tarsum).*
1245. Grégoire le prêtre.
N. évêque.

1) Cf. la description des tombeaux de Jean de Tibériade et de sa femme Alix Bedoin, dans la Bibliothèque de l'Ecole des chartes, Notes d'un voyage en Orient, p. 518, 519, 2e série, t. II.

1274. Guillaume-le-Velu, depuis évêque de Tibériade.
1288. Héthoum ou Aython.
1307. Grégoire.
1330. Basile.
1333. Jean *(honorabilis vir et cancellarius)*.

Le *proximos* fut dans l'origine un lieutenant des empereurs grecs en Orient, c'est la valeur que donne Matthieu d'Edesse à cette charge. Léon II conserva cette dignité, mais celui qui en était revêtu exerçait la fonction de *trésorier* du roi.

1214. Senescale *(Sempad?) proximos Armeniae.*
1288. Ochin.
1307. Thoros, Sr de Djofrégla.
1314. Ochin Ehannentz.
1321. Bedros ou Pierre.

La *régence* du royaume était confiée pendant la minorité des rois à un grand feudataire, qui portait le titre de *baïle* ou *bajulus.* Mais cette dignité ne fut jamais qu'une charge momentanée, qui cessait d'être exercée dès que les raisons qui l'avaient fait créer n'existaient plus.

Thomas, régent pour Roupĕn II, fils du baron roupénien Thoros II.

Sir Adam, seign. de Gastein,
Constantin, seign. de Pardzerpert, } régents pour Zabel, fille de Léon II.

Héthoum, sénéchal,
Héthoum, chambellan,
Ochin, comte de Gorigos,
Jean de Lusignan. } régents pour Léon V.
(Constantin III.)

La chapelle du roi était placée sous l'administration d'un chapelain ou *tranéretz.*

Garabed, chapelain de Léon II.
Constantin, chapelain de Léon IV.

L'*hôtel du roi* se composait d'officiers de bouche, dont les titres nous sont inconnus, nous savons seulement le nom de Jean Rusp, maitre de l'hôtel de Léon VI, pendant son séjour en Europe.

Parmi les fonctionnaires du royaume, les chartes citent les *capitaines de Lajazzo* ou *Mina-ban*, *մինապան*, capitaines de port, chargés de représenter le roi et de discuter ses intérêts avec les baïles étrangers. Ces fonctionnaires étaient placés sous les ordres du connétable et du proximos et avaient l'administration des douanes et des gabelles. Il y avait aussi des capitaines dans d'autres villes du royaume, et ce sont ceux que les chartes désignent sous le nom d'officiers du roi. Voici la série des capitaines de Lajazzo:

1288. Pagoran.
Ligos. Golozan.

Les douanes avaient pour chefs, les *préposés royaux*, qui étaient placés sous les ordres immédiats du proximos.

1316. Sir Thoros Mikaïlentz, préposé de la douane d'Aïas.

1321. Le baron Constantin, ib.

Nous joindrons à cette liste de fonctionnaires, celle des ambassadeurs que les rois envoyèrent si souvent, soit auprès des cours d'occident, soit à Rome, soit enfin chez les sultans musulmans.

1197. S. Nersès de Lampron, archevêque de Tarse, le baron Algan, le frère de Pagoran, le baron Boghos (Paul), à Constantinople.

1197. *Avus domini de Trasolt*, Robert de Margat, à Rome.

1197. Constantin, baron de Gamar (Camardésie), à Tripoli de Syrie.

1212. Garmir, frère de l'ordre teutonique, à Rome.

1212. Sicard chevalier, à Rome.

1216. Les barons Ochin de Gorigos, Thomas, à St.-Jean-d'Acre.

1265. Le commandeur des templiers, le baron Vahram, au Kaire.

1279. Vahram Ladif, Jean Pepin, Geoffroy de la Comtessa, à Naples.

1282. Guillaume d'Antioche, à Naples.

1289. Jean de Monte Corvino, frère mineur, à Rome.

1292. N..... à Rome et en France.

1292. N..... à Rome.

1306. Constantin, archevêque de Mamesdia (Missis), Jean d'Antioche, Golozan et Gilles.

1307. Héthoum, comte de Gorigos (moine Ayton), à Rome et en France.

1308. Théodore, chantre de l'abbaye de Trazarg, baron Baudoin, baron Léon, en Angleterre.

1318. Grégoire Justinien, Gérard de Lajazzo, Etienne de Châteauneuf (Norpert), Jacques, évêque de Gaban, à Rome.

1324. Les barons Héthoum, Manuzac, Baudoin, à Rome.

1326. Le frère Thaddée, à Rome.

1335. Grégoire Signélic, Alexandre, à Rome et en France.

1341. Basile, archevêque de Tarse, Daniel, fr. mineur, à Rome.

1341. Daniel et baron Thoros, à Rome.

1343. Daniel, archevêque de Trébisonde, Grégoire de Sarges, à Rome.

1346. Jean, évêque de Merchar, Antoine évêque, Daniel, lecteur des frères mineurs, à Rome.

1350. Grégoire Cenguiz, Constant, à Rome et en Angleterre.

1372. Jean, archevêque de Sis, Manuel, à Rome.

1380. Schahan, comte de Gorigos (*Soherio de Sarto*, *comes Curchi*), à Avignon et en France.

DEUXIÈME PARTIE.

CONDITION DES PERSONNES ET ÉTAT DE LA TERRE.

---

§ 1. Du roi et des domaines de la couronne.

L'origine des possessions royales en Cilicie remonte à l'époque de l'occupation de ce pays par les premiers chefs roupéniens, qui avaient quitté l'Arménie à la suite des invasions musulmanes. Les premiers châteaux, dont les princes issus du sang de Roupēn firent la conquête, appartenaient aux Grecs. Mais avant et en même temps qu'eux, d'autres chefs, qui à la tête d'émigrants arméniens étaient venus aussi en Cilicie, avaient obtenu, à titre de fiefs, des empereurs de Constantinople, des forteresses dans les contrées situées à l'est de la Cilicie, où plus tard les Arméniens devaient s'établir en maîtres. De ce nombre étaient Kogh-Vasile (Basile le voleur) qui possédait les châteaux de Kesroun et de Marach, en 1100, Ochin; maître de Lampron, en 1167, et Héthoum sébaste, maître de Tarse, en 1182.[1])

Ce fut Constantin, fils de Roupēn, qui le premier s'empara sur les Grecs de plusieurs châteaux du Taurus et s'installa en souverain dans le pays de Gobidar, d'où il avait chassé les garnisons byzantines et les feudataires de l'empereur[2]). Ses successeurs augmentèrent encore le nombre de ces châteaux, et Thoros, fils de Léon Ier, était déjà en possession de nombreux domaines, quand les Grecs résolurent d'arrêter dans sa marche le conquérant arménien[3]). Les chroniqueurs Aboulfaradj, Michel le Syrien, Matthieu d'Edesse, Grégoire Eretz, Guiragos, Vartan, Vahram Rapoun, Sempad et Guillaume de Tyr, parlent à plusieurs reprises des conquêtes de ce prince et de son installation sur divers points de la Cilicie. Les luttes que les Arméniens eurent à soutenir contre les empereurs furent longues et meurtrières. Souvent vaincus par les généraux byzantins, les princes d'Arménie durent quelquefois abandonner leurs conquêtes, mais ils finirent cependant par repousser les efforts des Grecs et reprirent les châteaux qu'ils avaient occupés précédemment. Les empe-

---

1) Matthieu d'Edesse, Chronique, p. 217.
2) Matthieu d'Edesse, ib. 216, 217 432.
3) Matthieu d'Edesse, p. 276.

reurs ayant consenti à traiter avec les princes d'Arménie, Thoros se déclara vassal de l'empire et reçut de Manuel Comnène les titres de sébaste et de pansébaste. [1])

Ce ne fut guère que sous le règne de Léon II, que les Arméniens s'affranchirent définitivement de la suzeraineté des empereurs byzantins. Ce prince, grâce à ses conquêtes, s'était constitué un grand royaume, qu'il avait arrondi aux dépens des Grecs et de Roustem, chef turkoman de la Cappadoce, auquel il enleva Arassous, Bagras, Adalie et Héraclée. [2])

L'organisation féodale de la Cilicie, par Léon II, avait eu pour but de régulariser la conquête et d'établir les droits de chacun. Le roi, chef du pays, était maître de tous les domaines de son royaume. Placé au-dessous de tous, il était, au dire de la loi arménienne, un homme unique, tenant la place de Dieu sur la terre et ayant droit au respect et à l'obéissance de tous ses sujets. [3])

En vertu de la loi féodale, la terre était la propriété du roi, et tout possesseur de terres n'était qu'un tenancier, occupant une partie du territoire, à titre de bénéfice. Le propriétaire étant le roi et donnant le bénéfice à un usufruitier, celui-ci n'avait que le titre de vassal. Mais en Arménie, comme dans les états chrétiens de l'occident, le bénéfice n'avait ce titre que par rapport au possesseur, et pour le seigneur qui le concédait, c'était l'*aleu* [4]). Au-dessous des usufruitiers, vassaux du roi, étaient d'autres personnes possédant des bénéfices inférieurs ou *censives*, et enfin des colons et des serfs. Pour chacun de ces bénéfices, tout tenancier était tenu envers le roi à l'hommage direct, s'il relevait de lui immédiatement, et à l'hommage médiat s'il était vavassal, n'ayant pas de jurisdiction territoriale.

En tant que possesseur de son royaume, le roi d'Arménie ne devait point d'hommage, puisqu'il s'était affranchi de la domination byzantine et ne relevait que de la puissance divine, կարողութեն Աստուծոյ, expression que l'on trouve sur plusieurs médailles des Roupéniens, frappées depuis le règne de Léon II [5]). Cependant le prince, par reconnaissance, se servait quelquefois dans ses actes d'une formule qui semblait établir que la royauté lui avait été donnée par l'empereur d'Allemagne et le Saint-Siége [6]): «*Leo, Dei gratia, rex Arme*«*niorum, permotus, divina clementia, ad regalem dignitatem et sublimatus regali corona, per ma*«*nus imperii romani.*» Willebrand [7]) confirme ce témoignage dans son histoire. Plus tard, Héthoum Ier, voulant s'attirer la protection de saint Louis, roi de France, qui était venu en orient, fit hommage à ce prince de ses états. C'est Guillaume de Nangis qui nous apprend ce fait dans son chapitre «*Des messages que li roy d'Ermenie envoya au roy Louys en Cipre.*» [8])
« — En cel temps meismes que li roys demouroit en Cipre, li roys d'Ermenie qui sot sa ve-

1) Grégoire Eretz, ch. 263.

2) Tchamitch, Hist. d'Arm., t. III p. 152.

3) Tadasdanakirk ou Code d'Arm. p. Mékhithar Koch; cf. Journal asiat. (1832), t. IX. p.21, article de M. Brosset.

4) Guérard, Cartulaire de S.-Père de Chartres. Prolégomènes, p. 23 No. 16.

5) Numismatique de l'Arménie au moyen-âge (Paris, 1855, 4°), Pl. I et suiv.

6) Sempad, Chronique. — Privilége de Léon II aux Génois, 1201.

7) Itinéraire; cf. Συμμικτά de Léon Allatius.

8) Recueil. des hist. de France, t. XX, Vie de Saint-Louis, p. 368.

nue, li envoia messager sollempnez, un evesque hermin et aultres de ses prinses, qui aportèrent dons precieus et lettres èsquelles il était contenu que il offroit tout son royaume au roy Louys à faire sa volenté.»[1])

La liste des domaines du roi, telle qu'elle nous est parvenue dans les pièces diplomatiques, est peu considérable, puisque nous ne connaissons que ceux dont il est fait mention dans les pièces qui ont été conservées dans les archives de l'occident. Le domaine royal se composait d'abord des villes capitales du pays, Sis, Tarse, Marasch[2]), la première réédifiée par Léon II, et les deux autres conquises par les princes roupéniens sur les Grecs.

Venaient ensuite Mamesdia (Mopsueste — Missis); Adana, chef-lieu actuel du pachalik, et que Willebrand appelle *civitas regis*; Anazarbe, résidence des princes avant Léon II, place importante que Léon qualifiait ainsi «*meum signum*»[3]); Lajazzo (Aégée — Aaïae,) port célèbre à l'époque des croisades. Marco Polo, qui visita cette ville, l'appelle *Glacia*[4]). C'était là que les marchands de l'occident venaient avec leurs navires, et qu'ils avaient leurs comptoirs[5]). A cette liste il faut ajouter les forteresses du roi, dont le commandement était confié à des barons sans jurisdiction territoriale, et des cazaux avec leurs appartenances; des *guastina*, localités agrestes, des terres cultivées et en friche, des eaux, des forêts, des pêcheries, le littoral méditerranéen et d'autres propriétés foncières, dont les colons ou serfs ne relevaient que du roi, dont ils étaient les hommes, et ne pouvaient être jugés que par lui. Les donations que le roi faisait aux barons, au clergé et aux ordres religieux qui étaient établis dans son pays, étaient prises sur les domaines particuliers, mais nous ne savons pas si à ces donations territoriales le roi ajoutait les hommes qui habitaient sur le sol. Le fait est possible, car les chrysobulles des empereurs grecs nous affirment que dans tout l'empire la donation de la terre entraînait celle des hommes, πάροικοι, appartenant au sol[6]). Il est donc probable que cet usage, particulier à la Grèce, comme à l'Europe, était suivi en Cilicie, dont le système féodal était calqué sur celui de l'occident.

Avant de terminer ce qui concerne la royauté, nous allons dresser le tableau généalogique de la dynastie Roupénienne, que nous avons composé avec l'aide de tous les documents orientaux et occidentaux qui nous sont parvenus. Ce tableau, que nous avons rendu aussi complet que possible, diffère essentiellement de tous ceux publiés jusqu'à présent, et c'est cette raison qui nous a engagé à l'intercaler ici:

---

1) Cf. aussi Vincent de Beauvais, Specul. histor., liv. 31, ch. 96.

2) Vartan, Géogr., cf. les Mém. sur l'Arménie de St.-Martin, t. I, p. 200.

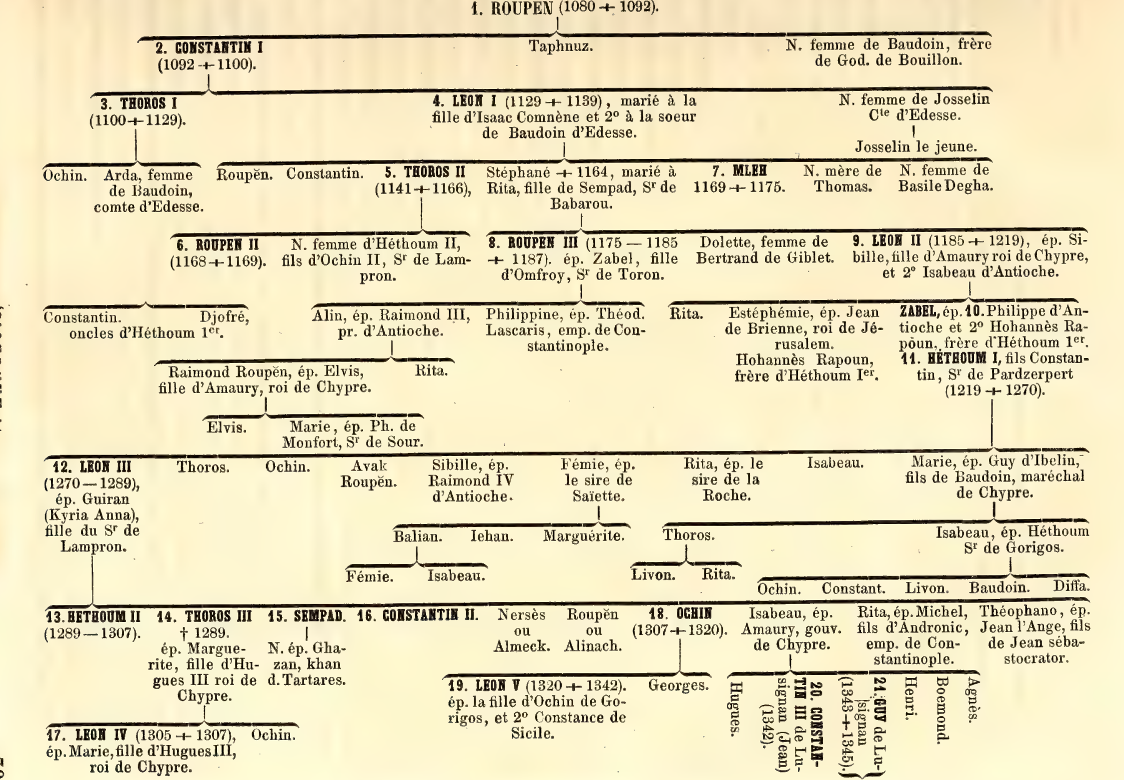
3) Willebrand, Itinér.

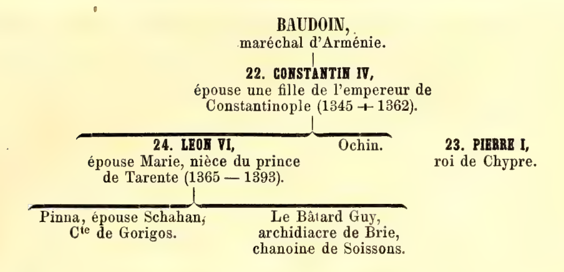
4) Marco Polo, Voyag., liv. I, ch. 11.

5) Cf. les paragraphes relatifs aux possessions des républiques maritimes de l'Italie en Arménie et le paragraphe intitulé «Commerce, etc.»

6) Archives des missions scientifiques, t. V, p. 584. Coulanges, Mémoire sur Chio.

GENÉALOGIE DES ROUPENIENS ET DES LUSIGNAN D'ARMÉNIE.





§ 2. De la noblesse et des domaines des barons.

Le temps où nous sommes arrivé est celui des barons féodaux et des châteaux. Plus les Arméniens s'établissaient en maîtres dans le Taurus, en dépouillant les empereurs de Constantinople de chacune de leurs villes et forteresses de la Cilicie [1]), plus ils travaillaient à se fortifier dans les châteaux qu'ils avaient conquis et à en élever de nouveaux. Bientôt le sol de la Petite-Arménie, ainsi que l'on désigna à cette époque l'ancienne Cilicie, se hérissa de tours et de donjons, que Léon donna en fief à ses barons. Les chartes et les chroniques nous ont conservé les noms de beaucoup de ces châteaux, dont quelques-uns sont encore debout, et que nous avons visités nous-mêmes, il y a quelques années, afin de vérifier sur les lieux l'état de la puissance de la féodalité arménienne, sous les Roupéniens.

St. Nersès de Lampron [2]) et Aboulfaradj [3]), ainsi que les chartes [4]), nous donnent la preuve formelle que l'Arménie était régie d'après le gouvernement féodal de l'Europe, que les barons y possédaient d'immenses propriétés et prenaient part à l'autorité souveraine. Sempad nous a transmis la liste des barons qui possédaient des châteaux, au moment du couronnement de Léon II. Le passage de sa chronique est d'autant plus précieux, qu'il nous fournit aussi les noms des forteresses occupées par les seigneurs qui reconnaissaient la suzeraineté du roi d'Arménie: «En l'année 647 de l'ère arménienne [1198 de «J.-C.], le 6 janvier, jour de l'Epiphanie, fut sacré roi d'Arménie, Léon, sous le patronage «de l'église de Rome et de l'empire d'Allemagne. Etaient présents à la cérémonie du cou«ronnement les personnages laïcs dont les noms suivent:

«Les barons Adam, seigneur de Bagras [5]); Osder, seign. de Djéguer [6]); Arakouïn, seign. de Hamous; Sempad, seign. de Sarovantikhar [7]); Lévon, seign. de Haroun; Sir-Ouhi,

---

1) Moïse de Khorĕn, Géogr. (Ed. S. Martin, II, 352), dit que, de son temps, il y avait 365 forteresses en Cilicie.

2) S. Nersès, Lettre à Léon II, pour se justifier des accusations que le parti grégorien avait fait peser sur lui (Ed. de Venise, in 12).

3) Chron. Syriaque, et Reinaud, Extraits des hist. arabes des croisades, p. 425.

4) Cf. chrysobulles de Léon II aux Génois, aux Vénitiens et aux hospitaliers.

5) Cette localité est mentionnée dans l'Itinér. de Wilebrand.

6) Le Guigerium des chartes.

7) Ce château était situé au sud d'Anazarbe; Indjidji, Géogr. mod. 366, et Hadji Khalfa, p. 603.

seign. de Simangala; Héri (Henry), seign. de Ané; Abelgharib, connétable, seign. de Goud; Baudoin, seign. de Engouzoud; Sdef, seign. de Thornga[1]); Léon, seign. de Pertous; Aschod, seign. d'Evantchou[2]); Abelgharib, seign. de Fornous[3]); Mangri, seign. de Gaban; Constantin, seign. de Djandj[4]); Djofré (Geoffroi), seign. de Schoghagan; Sir Oun, seign. de Mazodkatch; Simon, seign. de Amoud[5]); Robert, seign. de Thil[6]); Thoros, seign. de Tell-Bascher[7]); Vasile, seign. de Vaner, maréchal[8]); Georges, seign. de Pardzerpert[9]); Constantin, seign. de Gobidar[10]); Ajaros, seign. de Molion[11]); Sempad, seign. de Gouglåg[12]); Héthoum, seign. de Lampron; Schahenschah, seign. de Loulou; Pagouran, seign. de Babarou[13]), Vasag; seign. de Pertgan; Dikran, seign. de Bragan; Constant, seign. de Silifg[14]), Josselin, seign. de Sinid; Simion, seign. de Gorigos; Romain, seign. d'Adaros; Nicéphore, seign. de Vergis; Krafft, seign. de Lauzad; Halgam, seign. de Lamos[15]), de Jamnegan[16]) et d'Anémour; Henry sébaste, seign. de Norpert[17]); Baudoin, seign. d'Antouschds et de Gouba[18]); Kyr Sahag, seign. de Vaghr et de Sig; Michel, seign. de Manovchad et d'Alar; Constantin, seign. de Lagraven[19]); Kyr Vart, seign. de Aghol et de Godrad.»

Cette longue énumération prouve que sous Léon II la noblesse arménienne était puissante et bien dotée; mais sous ses successeurs elle se réduisit beaucoup. En effet, la liste des barons qui assistèrent aux conciles de Sis, en 1307, sous Léon IV, et d'Adana, en 1316, sous Ochin[20]), est inférieure à celle que nous venons de publier. Beaucoup de fiefs avaient disparu, et plusieurs châteaux avaient été démantelés par les musulmans, lors des invasions. Cependant, si quelques forteresses avaient disparu, d'autres, quoiqu'en plus petit nombre, avaient été élevées sous les successeurs de Léon, et les documents diplomatiques du XIVe siècle nous fournissent des noms nouveaux de châteaux, comme, par exemple, ceux de Mikaïlgou, de Sempadagla, de Djofrégla, de Djelknotz, de Djérassou, de Baseri, d'Atshé, de Loulya, Djamenka, Mountas, Bchesdin, Penak, Derendeh, Abla-

1) Peut-être tour'n, porte; ce château était bâti près du défilé des portes de Syrie ou Pylae Amanides.

2) Evantchou ou Gandcho, cité dans les actes du concile de Sis, en 1307.

3) Forteresse près de Marasch.

4) Djenkia de l'inscription du donjon d'Anazarbe. Cf. mon recueil des inscript. de la Cilicie.

5) Le Moud des chartes.

6) Le Tell de Hamdoun, le Tila de Willebrand.

7) Tell Bascher était dans l'origine un fief du comté d'Edesse, possédé par Josselin (1108).

8) Le Vanerium des chartes.

9) Près Moléon; Cf. Vartan, Géogr. p. 436.

10) Forteresse du district de Haraba; Vartan, ib.

11) En latin Mons Leonis.

12) Le Kulek Boghaz, ou Pylae Ciliciae, défilé sur la route de Tarse à Césarée de Cappadoce.

13) Le Paperou de Vincent de Beauvais. Voici la liste des seigneurs de ce fief sous les Roupéniens:

1. Baron Sempad.

2. Baron Pagouran.	Vasag, Sr de Asgouro, et Lamos.	Rita, femme de Stéphané, père de Léon II.
	Constantin, Sr de Gamar (Camardésie).	
3. Sempad, connétable.	4. Thoros, frère d'Hethoum II.	

14) Probablement Selefké, que Léon II donna plus tard aux hospitaliers; le Selef des Chartes.

15) Lamos, aujourdhui Lamas, dans le pachalik d'Itchil; c'est la limite des 2 pachaliks d'Adana et de Konieh.

16) Le Sequin de Sanuto, Siguinum des Chartes.

17) Le Castellum Novum des Chartes.

18) Gouba est à l'est de Marasch.

19) Lagravère ou Lagravière est un nom français, que les Franks avaient donné à cette localité.

20) Galanus, Conc. Eccl. Arm., ch. 28, 29, p. 455, 474

sta (Elbostan), Goksun, Mallus, Podande, Vahga, Aïntab, Antiochette, Siguinum, Canamella, etc. etc.

La noblesse arménienne se composait non-seulement de seigneurs arméniens, mais encore de Franks, dont les noms sont conservés dans les chartes. Léon II avait donné aux barons d'Antioche qui, à la mort de Boémond, avaient pris du service chez lui, des fiefs importants. Ceux qui furent appelés par le roi d'Arménie à faire partie de la noblesse furent: sir Olivier, chambellan, Roger de Moud (*Rogerius de Monte* ou *de Montibus*), sir Louard, sir Thomas Mleh Lebrun (*Villebrun*, *Malesbrun*), sir Boémond Lair, sir Guillaume de Lille (*de Insula*) et Othon de Tibériade. On trouve aussi, dans la liste de Sempad, des appellations qui prouvent que des Grecs, des Allemands, possédaient aussi des fiefs dans le royaume d'Arménie. Personne ne révoquera en doute l'origine grecque d'Isaac, de Roman et de Nicéphore, et la provenance germanique de Krafft. Sous Léon II, les châteaux d'Arménie s'élevaient au nombre de soixante-douze [1]). Sous Ochin et Léon V, à-peine pouvait-on en compter la moitié. Aujourd'hui, ceux qui restent sont au nombre de vingt-cinq ou trente. Les principaux sont ceux de Sélefké, Gorigos, Ak-Kalah, Gouglag (Kulek-Boghaz), Lampron (Nemroun), Tarse, Adana, Missis, Anazarbe, Tumlo-Kalessi, Ilan-Kalessi, Aïas, Gastein, Gaban, etc. etc.

En Arménie, comme en Europe, la noblesse était souvent aux prises avec le pouvoir royal. Dès le règne de Léon II, et sous ses successeurs Héthoum et Léon III, des guerres, des révoltes et des conspirations, forcèrent le roi de mettre à mort plusieurs barons rebelles et de confisquer leurs châteaux. [2])

Quelle était la constitution qui régissait les fiefs? Sans doute c'était la loi féodale de l'occident, et la preuve en est dans quelques passages que nous fournissent les chartes et les chroniques. Ainsi le fief d'un baron, mort sans postérité directe, retournait à la couronne. Sempad nous dit à ce sujet, que le fief de Vaner, dont Vasil était en possession sous Léon II, retourna au roi après sa mort, et celui-ci le vendit, en 1234, aux hospitaliers moyennant 10,000 byzants. Un fief qui avait été concédé à un baron ou une donation faite à un ordre religieux pouvaient être repris ou confisqués pour défaut de service. C'est pour un manquement de ce genre, que Léon reprit aux templiers de Cilicie les possessions qu'ils avaient dans ses états, parce qu'ils avaient suivi le parti du comte de Tripoli, dans les affaires relatives à la succession d'Antioche. [3])

Sous les Lusignan, quand il ne restait plus aux Arméniens que Sis et quelques châteaux à-demi ruinés, la noblesse avait perdu toutes ses possessions, et elle s'éteignit du jour où, privée de ses domaines, elle fut réduite, comme le reste des gens de la nation, à la condition de sujets des musulmans.

---

1) Michel le Syrien, Chron. ms. — Vartan, hist. univ. ms.

2) Sempad, Chronique.

3) Cf. dans Raynaldi, Ann. Eccl. (1201 — 1214) les pièces relatives à la guerre de la succession d'Antioche.

§ 3. Du clergé et des domaines ecclésiastiques.

A l'époque de la domination des rois Roupéniens de la Cilicie, plusieurs de ces princes, redoutant les attaques des sultans d'Egypte, déjà fatales aux colonies latines de la Syrie, implorèrent l'appui des papes, même lorsque l'ardeur pour les croisades fut éteinte, et firent acte d'adhésion au Saint-Siége. Mais ces tentatives de rapprochement n'eurent pas de résultats durables, et les Arméniens, sans avoir contre les Latins cette répulsion qu'ils entretenaient à l'égard des Grecs, persistèrent dans leur communion séparée. Deux tendances partageaient alors l'Arménie: ceux qui habitaient la Cilicie, dans le voisinage des croisés, s'attachaient à les imiter en tout, moeurs, coutumes, langages, institutions chevaleresques, hiérarchie féodale et jusqu'aux cérémonies du culte. Le représentant de cette tendance était St. Nersès de Lampron. Dans ses écrits, qui contiennent une curieuse peinture de la société franke, aux croisades, il ne manque jamais de glorifier les latins, même au détriment de ses compatriotes. Ce parti est celui qu'on pourrait appeler des Arméniens occidentaux. Dans les provinces de l'est régnait un ordre d'idées tout contraire: là était le foyer d'une résistance très vive contre la substitution des dogmes et des usages des latins aux usages et aux dogmes nationaux. St. Nersès, accusé de favoriser ces innovations, fut forcé de se justifier auprès de Léon II, par une longue apologie, qui est parvenue jusqu'à nous. Ces deux points de vue opposés subsistent encore de nos jours: l'un qui fait pencher les Arméniens vers l'église latine, ce sont les Arméniens-Unis, et l'autre qui entraîne le reste de la nation vers l'église nationale, dont le siége est à Edchmiadzin, ce sont les Arméniens Grégoriens [1]). Nous n'entrerons pas dans le détail des luttes et des querelles religieuses des Arméniens, et nous nous bornons à examiner l'organisation de l'église d'Arménie sous les Roupéniens, la hiérarchie du clergé et les possessions qu'il avait dans la Cilicie. Chefs de la religion, les patriarches ou catholicos, établis d'abord à Romgla, puis ensuite à Sis, avaient un pouvoir et un ascendant puissant sur les rois et sur le peuple. Admis dans les conseils du roi, revêtus de charges considérables, les prélats étaient investis d'une autorité très grande, et le clergé, à lui seul, formait un des plus grands ordres de l'état. Grâce à cette puissance, il était à la tête de richesses immenses et de domaines importants. Les rois d'Arménie se plaisaient à fonder des monastères, et même ils avaient donné au clergé la seigneurie de villes et de châteaux. Sempad, dans le dénombrement qu'il fait des seigneurs laïcs et ecclésiastiques qui assistèrent au couronnement de Léon II, nous donne les noms des membres du haut clergé arménien et la liste de leurs possessions [2]). L'autorité spirituelle du patriarche s'étendait sur tous les évêchés, les abbayes et les églises du royaume. Après le catholicos, venaient l'archevêque de Sis, abbé de Trazarg, seigneur de beaucoup de villes et de villages; l'archevêque de Mamesdia, seigneur et abbé du couvent d'Arkagaghnin; l'archevêque d'Anazarbe, seigneur et

---

1) Revue des deux mondes (avril, 1854): La societé arménienne, par E. Dulaurier.

2) Pour les époques postérieures, voir Galanus, Conciliatio eccl. rom., p. 500 et suiv.

abbé du monastère de Gasdaghon; l'archevêque de Lampron, supérieur du couvent de Sgévra; l'archevêque de Tarse, seigneur de Mlidj; l'évêque de Gaban, seigneur d'Arékouïn, l'évêque de Medz-Kar, seigneur du lieu de ce nom. Sempad ne fait pas mention des possessions des évêques de Séleucie, de Janveli, de Philippos, de Pertous et d'Engouzoud, non plus que de celles des évêques de Pardzerpert, de Marasch, de Gobidar, d'Adana et de Molion, dont les siéges sont mentionnés dans les actes des conciles tenus en Cilicie. Certains dignitaires ecclésiastiques, étrangers au royaume, avaient aussi des domaines en Cilicie; Sempad nous apprend que du temps de Léon II, Joseph, patriarche d'Antioche, était seigneur d'Isousa-Vank ou couvent des Jésuens, près de Marasch.

Les fonctions ecclésiastiques de l'Arménie n'étaient pas toutes d'origine nationale; à l'instigation de St. Nersès, plusieurs titres de dignités avaient été admis dans la hiérarchie de l'église de Cilicie. Les chartes citent entre autres: l'*electus*, le *cantor*, le *thesaurarius*, le *sacrista*, et les actes des conciles font mention d'archiprêtres de Tarse et de Sis. La dédicace arménienne de la collection des Commentaires sur les Actes des apôtres[1]), par St. Ephrem et St. Jean Chrysostome, nous révèle une dignité importante de l'église d'Arménie, l'inspecteur տեսուչ; nous trouvons en effet ce passage: «Ce livre est dédié au sei-«gneur Jean, frère du roi Héthoum Ier, évêque des districts dépendant de la forteresse «gardée de Dieu, de Molion, et inspecteur du célèbre et saint monastère de Kĕrner».

Disons maintenant un mot de la piété des Arméniens de la Cilicie au moyen-âge. St. Nersès de Lampron, dont nous invoquons si souvent le témoignage, raconte dans ses «Considérations sur les institutions de l'église,» au chapitre des «Recherches sur les lois «du Christ,» que de son temps, il y avait comme une sorte d'indifférence en matière religieuse, un ralentissement marqué et sensible dans la foi: «Il n'y a pas 70 ans, dit St. Nersès, «que les Franks sont établis dans ce pays-ci (en Syrie), dont ils se sont emparés «avec le secours de Dieu. A l'époque où ils arrivèrent toute la Syrie, la Coelésyrie, la Ci-«licie, la Pamphylie et la Cappadoce (Kamir) étaient remplis d'Arméniens qui avaient alors «des chefs et possédaient des monastères, autant qu'ils pouvaient en avoir, et mainte-«nant le nombre de ces chefs n'a pas diminué. Cependant dans tout le temps qui s'est «écoulé depuis lors, aucun d'eux n'a bâti, dans la ville ou dans le bourg qui lui appar-«tient, une église en l'honneur de Dieu ou un siége épiscopal en vue de l'espérance de «J.-C. ou de son amour.» Dans le même chapitre on lit encore: «Anazarbe, Sis et les «pays qui dépendent de ces deux cités, lesquels sont encore à-présent sous la domination «arménienne, avec un grand nombre de districts, sont sans direction spirituelle, sans pas-«teurs, sans églises et privés de l'éclat qui en rejaillit. En effet, les évêques habitent des «monastères, et le troupeau du Christ est privé des soins du pasteur.» Plus loin, St. Nersès dit de plus que «les forteresses et les villages, placés sous la juridiction des Armé-«niens, étaient sans églises de son temps, et que la foule des chrétiens vivait plongée dans

1) Venise, à S. Lazare, 1839, 8°.

«l'ignorance[1])». Ces détails sont précieux, car ils nous peignent l'état religieux de la Cilicie sous Léon II, mieux que n'aurait pu le faire la plume des hagiographes qui, aux époques primitives de l'église, se plaisaient à consigner, dans de grandes collections, des faits souvent apocryphes, et que les yeux plus clairvoyants des siècles suivants rayèrent avec énergie de la série des annales pieuses du christianisme.

Sous le règne de Léon II, vers la fin du XIIe siècle, le nombre des couvents de la Cilicie s'était considérablement accrû, grâce aux largesses de ce prince. Michel le Syrien, dans sa Chronique, raconte que ce prince éleva et agrandit des couvents, leur fournit abondamment tout ce dont ils pouvaient avoir besoin, et fit graver sur la pierre la liste des donations qu'il leur avait faites. Il ajoute que le roi enrichit aussi les monastères des Syriens, des Franks, des Grecs et des Géorgiens de son royaume[2]). Parmi les plus célèbres couvents de la Cilicie il faut citer le monastère de Trazarg, appelé *conventus trium arcuum* dans les chartes, sépulture des barons et des catholicos[3]), ce qui lui avait fait donner le nom de tombeau des saints docteurs[4]). Thoros, fils de Roupĕn, l'avait restauré[5]). Ce couvent était voisin de Sis, comme celui d'Arkagaghnin (chêne royal), ainsi appelé à cause des chênes qui croissaient à l'entour[6]). Vartan, dans sa Géographie, cite d'autres couvents, Kahrner ou Kerner[7]) et Kevernha'anabad. Le premier de ces monastères est cité dans la Bible manuscrite No. 7 d'Edchmiadzin[8]), et était situé non loin de Pardzerpert. Un autre manuscrit d'Edchmiadzin, écrit en 1287, le No. 9 des Evangiles, mentionne le couvent d'Agner, bâti par Léon II, et dont la règle était très sévère[9]). C'est là que fut enterré Léon II, dit Vahram Rapoun[10]), bien que Guiragos affirme que ses entrailles seules reposaient dans l'église du monastère, et que son corps était à Sis. Les autres monastères de la Cilicie étaient Garmir-Vank (couvent rouge), situé entre Sis et Marasch; Sgévra, dans le voisinage de Lampron[11]) ou de l'Amanus; Sev-Liarĕn (Montagne noire), ou Sourp-Liarĕn (montagne sainte); Schougr, près Raban[12]), dont l'église existe encore[13]); les moines y suivaient la règle de S. Basile; Zamidjak[14]), et Maschgévor, dans l'Amanus; les moines portaient des peaux de mouton, dépourvues de poil[15]); Medz-Kar (grand rocher), sépulture de quelques princes Roupéniens[16]); Arek, dans la montagne Noire[17]); Sarovank, dont le nom est rappelé dans beaucoup de manuscrits, qui y furent copiés[18]); Isousa-Vank, près Marasch; Sourp-Ohannès (St.-Jean, à Vahga[19]); Gasdaghon; un monastère situé sur le re-

1) Consid. sur les institut. de l'église, p. 527 et suiv.
2) Michel le Syrien, Chron. ms.
3) Matthieu d'Edesse, p. 291, 320, 445. — Sempad, Chron. — Indj., Géogr. mod. 365. — Alischan, Géogr. 562.
4) Matthieu d'Edesse, ch. 251.
5) Matthieu d'Edesse, ch. 218.
6) Indjidji, p. 364. — Alischan, Géogr. 562.
7) Cf. S. Martin, Mém. sur l'Arm., t. II, 436 et 437.
8) Brosset, Rapp. sur un voy. en Transc., 3e R., p. 33.
9) Guiragos, Chron. ms.
10) Ed. Neumann, Lond. 1831, 8°.
11) Tchamitch, III, 167.
12) Sukias de Somal, Quadro della letter. arm.
13) Indjidji, p. 376.
14) Ms. de la Bibl. Imp. de Paris, anc. fond. arm. 45. — Kornelies in fo.
15) Matthieu d'Edesse, p. 290, 455.
16) Tchamitch, III, 140.
17) Matthieu d'Edesse, p. 414.
18) Journ. asiat. (1855) Voyage à Sis; ms. de la bibl. du patriarcat.
19) Indjidji, Géogr. *loc. cit.*

vers du mont Armen, près Lampron; St.-Georges, sur les confins de la Pamphylie[1]), etc. Outre ces monastères il y avait en Cilicie des maladreries, des léproseries et des hôpitaux. Vahram Rapoun, dans sa Chronique[2]), parle des hospices de lépreux que le roi Léon II avait fondés, pour recueillir les malheureux atteints de la lèpre, et que chacun repoussait avec horreur.

Mais si les couvents étaient bien dotés, les églises recevaient aussi de riches présents; à l'intérieur elles étaient décorées avec magnificence, ornées de riches tentures, et possédaient des ornements précieux et des reliques vénérées, garnies de pierreries et de perles[3]). Sis renfermait plusieurs églises, dont la principale était Ste.-Sophie, bâtie dans le palais des rois; ses ruines portent aujourd'hui le nom de Tchanglé-Kilisé (église du clocher[4]). Outre Sainte-Sophie, il y avait la Sainte-Edchmiadzin, bâtie par Léon II, St.-Sarkis, Sts.-Pierre-et-Paul, St.-Jacques et la Mère de Dieu[5]). Vahram Rapoun dit qu'à la mort de Léon II, on éleva une église en mémoire des bienfaits de ce prince[6]). Tarse renfermait la cathédrale de St.-Pierre et de Ste.-Sophie, c'est là que fut sacré Léon II[7]); aujourd'hui elle est convertie en mosquée, sous le nom d'Oulou-Djami; l'église de la Mère de Dieu, bâtie suivant la tradition par St. Paul[8]); l'église de St.-Paul, mosquée appelée Kilisé-Djami; celles de St.-Jean-Baptiste, de St.-Sarkis, de St.-Joseph, brûlées par les Egyptiens, sous Léon III. A Adana, il y avait les églises de St.-Jacques et de St.-Minas, où se tint le concile d'Adana, sous Ochin[9]). Les autres villes de la Cilicie possédaient aussi des églises, dont les moins désolées attestent le passage des farouches possesseurs du pays et le fanatisme brutal des conquérants musulmans.

Les cultes chrétiens, autres que la religion grégorienne, étaient établis en Cilicie, et possédaient des couvents dans l'Amanus, au temps même de la venue des Roupéniens[10]). Michel le Syrien nous apprend que les Syriens, les Franks, les Grecs et les Géorgiens avaient des monastères dans le pays et des évêques dans certaines villes de la contrée. Le père Lequien a donné, dans son *Oriens christianus*, la liste des évêques grecs de la Cilicie[11]), et Willebrand affirme que de son temps les membres du clergé des différentes communions recevaient du roi Léon II de grandes libéralités. Dans les cérémonies, les évêques l'accompagnaient avec leurs fidèles[12]), et prenaient place à côté des autres prélats nationaux. Les Grecs étaient les plus nombreux, puisqu'ils avaient occupé le pays avant les Arméniens; mais les jacobites avaient aussi plusieurs couvents, dont les principaux furent brûlés, au dire d'Aboulfaradj, en 1275, par les Egyptiens[13]). Ils avaient un archevêque à Sis et des

---

1) Ms. de la Bibl. Imp., anc. fond, arm. 29.
2) Chron. Ed. Neumann.
3) Chronique de Michel le Syr., Matthieu d'Ed. et Sempad, *passim*.
4) Indjidji, Géogr. mod. p. 360 et suiv.
5) Journ. asiat. (1855) Voy. à Sis.
6) Chronique, Ed. Neumann.
7) Willebrand, Itinéraire.
8) La Colombe du Massis, 2e année, mon mémoire sur Tarse.
9) Galanus, Concil. Eccl., *loc. cit.*
10) Guill. de Tyr, IV, 10; XV, 14.
11) Lequien, Oriens christianus, t. III.
12) Willebrand, Itinéraire.
13) Chron. syr., 541, et version latine, 577.

églises: l'une, placée sous l'invocation de la Mère de Dieu, avait été élevée, en 1246, par le patriarche syrien Ignace David[1]), l'autre fut fondée, au XIII siècle, par Isa, médecin natif d'Edesse, qu'Héthoum I[er] avait appelé près de lui[2]). Assémani[3]) parle des couvents de Mar Barsouma, de Baximat, de Gavicat et de Gojechat, que les Syriens occupaient en Cilicie, et qui furent brûlés, ainsi que nous l'avons déjà dit. Saint Nersès nous a laissé sur les possessions du clergé frank en Cilicie de curieux détails, dans le chapitre des lois du Christ: «Les Franks ont rempli en peu de temps de leur piété tous les pays conquis par eux. Leur premier soin, en s'établissant dans les contrées que les Arméniens avaient possédées avant eux, a été d'y établir les lois de l'église. Ainsi Marasch, cette ville grande et opulente, appartenait aux Arméniens, sans qu'elle eût un siége épiscopal ou une église, lorsqu'elle tomba au pouvoir des Franks, qui y construisirent une vaste église et y fondèrent un siége épiscopal. De même à Kessoun, qui appartenait à Kogh Vasil, ils fondèrent un archevêché, et dans les bourgs, qui sont à l'entour de cette ville, ils établirent des églises et un clergé[4]).» Le premier établissement religieux, que les Franks aient eu en Cilicie, date de Léon I[er], qui permit à sa femme, soeur de Baudoin du Bourg, comte d'Edesse, de faire élever un monastère pour les moines franks[5]). Aujourd'hui il ne reste rien de ces églises et de ces monastères des Franks, des Grecs et des autres chrétiens, et c'est à-peine, si à Tarse et à Adana, les Grecs, les latins et les jacobites peuvent se livrer à la prière dans les modestes chapelles élevées par la piété des fidèles, sous la protection de la Russie et de la France.

Voici la liste des patriarches de la Cilicie, pendant toute la durée de la dynastie Roupénienne:

A Romgla.

1113. Grégoire III Pahlavouni, à Romgla, en 1142.
1166. Nersès Schnorhali, de Glag.
1173. Grégoire Degha.
1180. Parsegh.
1193. Grégoire V Manoug.
1195. Grégoire VI Abirad.
1202. Jean VII, Medzaparo, déposé en 1203, précédemment archevêque de Sis.
1203. Anania, évêque de Sébaste, usurpateur pendant 4 ans.
1203. David III, précédemment abbé d'Arkagaghnin.
1206. Jean VII, rétabli.
1220. Constantin I[er] de Pardzerpert, précédemment abbé de Mavrhian.
1268. Jacques I[er] Kidnagan.

1) Assemani, Biblioth. orient., II, 371.
2) Aboulfaradj, Chron. syr., *loc. cit.*
3) Bibl. orient. t. III, 111, 324, 334, 351. — Cf. aussi Aboulfaradj, Chr. syr. 343, 551.
4) Consid. sur les Instit. de l'église, par S. Nersès (édit. de Venise).
5) Tchamitch, III, 38.

1287. Constantin II, précédemment évêque de Césarée, déposé.

1290. Etienne IV, de Kakh, fait prisonnier par les Egyptiens.

A Sis.

1294. Grégoire VII, d'Anazarbe.

1307. Constantin II, rétabli.

1323. Constantin III de Lampron.

1327. Jacques II de Sis, déposé.

1341. Mékhithar de Kherna.

1355. Jacques II, rétabli.

1359. Mesrob, précédemment abbé du monastère de S.-Thaddée d'Ardaz.

1372. Constantin IV.

1374. Boghos Ier. Séparation du patriarchat. Le titulaire se retire à Edchmiadzin, et un patriarche particulier continue la succession des catholicos, à Sis.

§ 4. Des ordres religieux établis lors des croisades, en Syrie, et de leurs domaines dans la Cilicie.

St. Nersès de Lampron[1]) et Michel le Syrien[2]) racontent avec quelques détails la fondation des ordres religieux établis à la suite des croisades, et St. Nersès dit que, de son temps, il y avait en Cilicie des corporations religieuses régies par des lois différentes, lesquelles associaient les institutions monastiques avec l'habit militaire, et avaient pour but de guerroyer sans cesse contre les infidèles. Ces corporations étaient les hospitaliers, les templiers et les teutons.

Dès l'année 1149, les hospitaliers étaient établis en Cilicie[3]). Le prince d'Antioche, Raimond, leur avait confirmé les donations faites par ses prédécesseurs, et avait ajouté à ces dons le cazal de Sarata, situé dans le territoire de Missis[4]). En 1163, Boémond III leur confirma cette donation[5]). Ce qui contribua surtout à l'agrandissement des possessions des hospitaliers en Cilicie, ce fut la conduite qu'ils tinrent lors des affaires de la succession d'Antioche. Ils embrassèrent avec ardeur la cause de Léon II, qui les récompensa de leur fidélité, en leur donnant de grandes propriétés dans son royaume. En 1210, Léon leur avait octroyé à titre de don Sélef, Château-Neuf (Norpert), Gamar (Camardesium)[6]), à la condition qu'ils lui fourniraient quatre cents cavaliers[7]). Toutefois, Sélef retourna à la couronne sous Héthoum Ier, qui racheta cette place à prix d'or, lors de la fuite de Zabel chez le châtelain de l'ordre, à Selefké[8]). En 1210 encore, Léon donna par anticipation aux hospitaliers, La-

1) Considér. sur les instit. de l'église; ch. des comparaisons des instit. de l'égl. chrét.

2) Chron. ms.

3) Guill. de Tyr, liv. 18, ch. 22 23; liv. 19, ch. 9. — Art de vérifier les dates: Rois d'Arménie, Thoros et Léon I.

4) Paoli, Cod. dipl. I, p. 38, n. 37.

5) Paoli, I, p. 38 n. 37.

6) Lettres d'Innocent III; II, lett. 252 et suiv.

7) Sempad, Chronique.

8) Aboulfaradj, Chron. syr. p. 482 et 497.

randa (Karaman), si cette ville venait à tomber en son pouvoir[1]). En 1214, Léon céda, moyennant un prêt d'argent, aux mêmes religieux, le cazal de Vaner, dans le territoire de Melon[2]), et hypothéqua Djěguer (Guiguerium) et les châteaux voisins. Le port de Canamella, situé entre Alexandrette et Missis, était compris dans les biens engagés par le roi[3]). Enfin, parmi les châteaux et cazaux possédés par les hospitaliers de la Cilicie, il faut encore citer Gouvaïra, que Constantin, seigneur de Lampron, leur avait concédé en 1234.[4])

Par la possession de ces domaines, les hospitaliers étaient tenus envers le roi à certaines obligations, à savoir: de lui prêter l'hommage, de lui fournir des soldats en temps de guerre; en un mot, ils étaient assimilés aux mêmes charges que les feudataires laïcs et ecclésiastiques. En outre les hospitaliers étaient tenus de payer la dîme aux évêques, dont ils étaient les vassaux spirituels. Ce fait est relaté dans la convention passée entre Guillaume, archevêque de Missis, et les hospitaliers, en 1246.[5])

Les hospitaliers en Cilicie étaient placés sous l'autorité du châtelain de Séleflé (*castellanus de Selef*), qui résidait dans le château de cette ville, sous Léon II, ainsi que nous l'apprend Willebrand dans son Itinéraire. Plus tard, ils furent placés sous les ordres d'un *praeceptor* ou commandeur, qui résidait dans un des châteaux de l'ordre en Cilicie, après que Séleucie fut retourné à la couronne. Les personnages qui furent investis de la charge de commandeur sous les Roupéniens, étaient:

Emery (*Hymericus*) et Feraldus de Barras, sous Léon II, et le frère Bertran (*ֆրեր պերդրան*), pendant le régime du baïle Constantin, en 1220, à ce que nous apprend Sempad, dans sa Chronique. Les noms des autres commandeurs ne nous sont pas parvenus, et, en effet, à partir du règne d'Héthoum I[er], les hospitaliers ne reçurent plus de donations des rois d'Arménie, et il paraît même qu'ils avaient quitté le pays de bonne heure, car Léon V ne put parvenir à les faire revenir dans son royaume, même en leur offrant les forteresses de Siguinum et d'Antiochette, à titre de donation.[6])

Vers le milieu du XII[e] siècle, les templiers possédaient des terres et des châteaux en Cilicie, que les princes du pays leur avaient donnés en récompense des services qu'ils avaient rendus aux Roupéniens dans une guerre contre les infidèles. Grégoire Eretz cite, dans sa Chronique, les frères dont l'appui fut si utile aux chrétiens d'orient, à l'époque des guerres saintes[6]). Sous Léon II, les templiers avaient embrassé la cause du comte de Tripoli, dans les affaires de la succession d'Antioche[7]). Dès 1199[8]), Léon leur avait pris le château de Gastein ou Gaston, et il le conserva, malgré les prières du St.-Siége, qui demanda plusieurs fois au roi de restituer cette forteresse aux templiers. Les templiers possédaient encore Trapesak, le port de Bonell et d'autres localités, quand Léon, qui vou-

1) Paoli, I, p. 100, n. 96.
2) Paoli, I, p. 104 n. 99.
3) Paoli, I, p. 105, n. 100.
4) Nouveau traité de diplom., t. IV, p. 703.
5) Paoli, I, p. 258, n. 218.
6) Raynaldi, t. V, p. 148, ann. 1320, § 47.
7) Contin. de Matth. d'Edesse p. 355.
8) Lettres d'Innocent III (Ed. Baluze), liv. II, p. 504 et suiv.

lait se venger de l'ordre, leur enleva toutes leurs possessions en Cilicie. Après la mort de Léon II, les templiers rentrèrent dans leurs domaines, à ce que nous croyons, puisque sous Léon III, le commandeur des templiers de Cilicie était ambassadeur du roi et négociait un traité avec Kélaoun, au Kaire[1]). De plus, nous savons qu'en 1265, Bibars, qui était venu ravager la Cilicie, avait entre autres choses brûlé les châteaux de l'ordre du temple[2]). Le chef des templiers de la Cilicie portait le titre de commandeur, et cette qualification lui est donné par Makrisy, qui a altéré ainsi l'orthographe de ce titre كمندور[3]) الديوية Le mot الديوية est l'altération de *templiers.* Après le règne de Léon III, on n'entend plus parler des templiers de Cilicie, et il est probable que s'ils avaient encore quelques châteaux dans le pays, ces propriétés furent reprises par les rois d'Arménie, lors de la suppression tragique de l'ordre, au commencement du XIVe siècle.

L'ordre teutonique jouissait aussi en Cilicie de la faveur des souverains Roupéniens. Léon II, ami et allié de Fréderic II Barberousse, et de son successeur, avait octroyé aux chevaliers allemands des priviléges et concédé des châteaux et des terres. Le grand-maître résida même quelque temps en Cilicie, car en 1211, Willebrand nous apprend que ce personnage était sans cesse avec le roi et le suivait partout[4]): «*Dominus rex alto equo insidebat, et magister domus Allemanorum, cum sociis, viris religiosis, suo lateri adjungebat.*» Les teutons possédaient en Cilicie le château de Cumbetefort, près Mopsueste (Missis): «*Abhinc transeuntes Cumbetefort, ubi domus est et mansio bona hospitalis Allemanorum*[5])», et celui d'Adamodana près Anazarbe, que le roi Léon II leur avait donné, «*pro remedio animae suae*».[6])

§ 5. Etablissements fondés en Cilicie par les républiques maritimes de l'Italie.

Les priviléges accordés aux Génois et aux Vénitiens exemptaient les marchands qui venaient trafiquer dans le pays des droits onéreux que le fisc faisait peser sur le commerce étranger, et ajoutaient en leur faveur des terrains, des quartiers et des rues dans les villes où ils étaient établis. De plus ils étaient régis par des magistrats de leur nation. Ce fut Léon II qui accorda, ainsi que nous l'avons vu, les premiers priviléges aux Vénitiens et aux Génois.

Les Génois, dès le règne du roi Léon II, en 1201, avaient obtenu l'autorisation de bâtir une église, un fondouc, un tribunal et des maisons, sur un terrain que le roi leur concéda à Sis, en même temps ils obtenaient une semblable autorisation à Tarse et à Missis[7]). En 1215, le roi leur renouvela la jouissance de ces propriétés et y ajouta la possession

1) Quatremère, Hist. des Mamelouks, traité de Léon III et de Kélaoun, t. II, p. 166 201. — Font. rerum austr. t. XIII, p. 401, note 4.

2) Makrisy, cité par M. Reinaud, Hist. arabes des croisades, ch. 92, p. 501.

3) Quatremère, *op. cit.* t. II p. 166, 201.

4) Willebrand, Itinéraire.

5) Willebrand, ib.

6) Willebrand, ib.

7) Privil. de Léon II aux Génois, 1201. (Liber jurium t. I p. 230.)

d'une rue (vicus) à Tarse, et leur donna en outre la permission d'y construire une église, un bain et d'y établir un jardin pour y faire des plantations. En 1289, Héthoum II leur concéda un fondouc qui avait appartenu à un certain Guillaume Strajaporci [1]). Il faut admettre que les propriétés génoises de la Cilicie étaient immenses, car le nom de Génois fut donné dans la suite à tous les établissements étrangers de la Cilicie. De nos jours encore, les Turkomans donnent le nom de Djénevis-Kalessi (château génois) à toutes les constructions militaires élevées en Cilicie, aux croisades, par les Roupéniens, et avant eux par les Grecs byzantins.

Les possessions des Vénitiens étaient de beaucoup inférieures à celles des Génois, et on peut croire que ceux-là se bornaient à avoir un quartier à Lajazzo, principal entrepôt de leur commerce avec l'Orient. Ils avaient bien obtenu de Léon II des maisons à Missis (Mopsueste [2]), mais ils ne profitèrent pas de cette donation, car les documents ne mentionnent point cette ville parmi celles où les Vénitiens venaient trafiquer. Toutefois l'acte de 1201 dit formellement que les Vénitiens pouvaient avoir dans cette ville une église, un fondouc et des maisons. Sous Héthoum Ier, les Vénitiens obtinrent de s'agrandir à Lajazzo, d'y bâtir une église, un fondouc et des maisons.

Les Pisans ne profitèrent que plus tard des faveurs que les Arméniens accordaient aux étrangers, et ce ne fut que dans les premières années du XIVe siècle qu'ils eurent un consul à Lajazzo [3]), mais nous ne trouvons aucun acte qui nous apprenne que les Pisans et les Florentins avaient des établissements fixes dans le royaume.

Les peuples marchands de l'Italie, de la France et de l'Europe, possédaient-ils des établissements fixes en Arménie? Nous ne le croyons pas, car aucun texte, aucun monument ne nous en donne la preuve, et nous avons tout lieu de supposer que le droit de propriété était un privilége exclusif que les Arméniens avaient accordé aux Génois et aux Vénitiens, dont la puissance fut toujours supérieure à celle des autres marchands de l'Europe, pendant tout le moyen-âge.

---

1) Caffaro, Ann. génoises, liv. X col. 596 (dans Muratori, rer. ital. script, t. VI).

2) Privil. de Léon II aux Vénitiens (1201).

3) Arch. de Venise, Commémoriaux, fo. 115.

TROISIÈME PARTIE.

COMMERCE, INDUSTRIE, DOUANES ET TARIFS, MONNAIES, POIDS ET MESURES DE L'ARMÉNIE, SOUS LES ROUPÉNIENS.

§ 1. Du commerce.

Les rois d'Arménie, en accordant aux marchands de l'occident le droit de venir trafiquer dans les ports et villes de la Cilicie, imitaient la politique des princes chrétiens de la Syrie, qui avaient octroyé précédemment des priviléges étendus aux navigateurs des états de l'Europe. Les *Regesta* nous apprennent en effet que, dès leur installation dans les villes de la Syrie et de la Palestine, les princes franks de Jérusalem, de Tripoli et d'Antioche, avaient permis aux Génois et aux Vénitiens de se livrer, dans tous les pays soumis à leur domination, au commerce en toute liberté. Léon II, fidèle à sa politique d'assimilation, attira les Génois et les Vénitiens dans ses états, et dès l'année 1201, il leur octroya de grands priviléges et leur fit de grands avantages [1]). Au XIVe siècle, le commerce avait pris une grande extension et, outre les deux peuples que nous venons de citer, on vit accourir dans le pays, des Pisans, des Florentins, des Siciliens, des Catalans, des Provençaux, des Flamands, des Candiotes, des Cypriotes et même des Egyptiens et des Turks [2]), qui venaient se livrer au commerce, sous la protection des rois d'Arménie.

Par l'effet des privilèges qu'ils avaient obtenus, certains marchands, plus favorisés que les autres, jouissaient de diminutions considérables sur les tarifs des douanes arméniennes, quelquefois même d'un affranchissement absolu des droits d'entrée et de sortie. Nullement astreints à répondre de certains actes devant la justice du pays, les Vénitiens et les Génois, par exemple, étaient soumis à des magistrats de leur nation et formaient dans le royaume d'Arménie des sortes de colonies indépendantes. Habitant des quartiers à eux, ils étaient administrés par des baïles de leur nation, reconnus par l'autorité du pays et qui traitaient avec le gouvernement local toutes les questions intéressant le commerce, le droit de propriété, etc. Ce sont ces baïles qui sont devenus plus tard les consuls, dont l'influence est encore si grande dans les mêmes contrées.

1) Historiae patriae monumenta; Liber jurium. — Archives de Venise, Patti et commemoriali, *passim*.

2) Pegalotti, Pratica della mercatura, chapitre relatif à l'Arménie.

*

Les Génois et les Vénitiens firent successivement avec les rois d'Arménie, surtout au XIV[e] siècle, des traités, en vertu desquels les anciens privilèges étaient renouvelés et considérablement augmentés, par une suite de clauses extrêmement favorables au développement de leur commerce. Les deux puissances avaient obtenu que leurs marchands ne se borneraient plus à apporter leurs marchandises en Arménie pour y faire des échanges ou pour les diriger vers des points plus éloignés, mais qu'ils pourraient désormais se livrer sans entraves à la culture de la vigne, de l'olivier, du mûrier, et débiter les fruits provenant de cette culture. Les Génois s'étaient adonnés surtout à ce genre d'industrie, qui leur rapportait d'immenses bénéfices. Quant aux Vénitiens, leur genre de commerce était tout différent; ils avaient obtenu le droit d'établir des hôtelleries, des tavernes, des tanneries, de monter des métiers, de construire des forges et d'exploiter les mines[1]). Déjà le commerce des métaux avait pris une grande extension en Orient, et cette branche d'industrie était devenue pour les Vénitiens extrêmement lucrative. Marin, qui a écrit l'histoire du commerce de Venise[2]), nous apprend que les Vénitiens faisaient en grand, dans l'Arménie, le commerce de l'or et de l'argent, et qu'ils en obtenaient des résultats très satisfaisants. En outre, les Vénitiens bénéficiaient sur le retour du numéraire blanc en Arménie, et ils fournissaient le pays en monnaies d'or et d'argent; c'est ce qui explique pourquoi les monnaies arméniennes, frappées dans les deux métaux, sont rares, tandis qu'on trouve encore en Cilicie de grandes quantités de sequins et de pièces d'argent de Venise.

Il résulte de tout ceci que, bien qu'une rivalité se fût manifestée de bonne heure entre les Vénitiens et les Génois, cette rivalité était moins due à la concurrence qu'à la jalousie. En se livrant à des opérations différentes, les Vénitiens et les Génois n'avaient pas les mêmes intérêts à surveiller, et leurs querelles venaient seulement du plus ou du moins de richesses qu'ils pouvaient amasser dans le pays. De plus, les vieilles rivalités avaient leur source dans la prépondérance que Venise prétendait avoir sur Gênes et dans les entraves qu'elle mettait au commerce de cette dernière, en accaparant à son profit toutes les facilités qu'elle pouvait obtenir des puissances de l'orient pour son commerce. La mer Noire, mer vénitienne, pour ainsi dire, ne supportait pas la présence de galères génoises. L'empire grec avait donné à Venise le privilége exclusif de trafiquer dans les ports du Pont-Euxin, d'y établir des comptoirs, et les diplomes des empereurs aux Vénitiens sont encore là pour attester les concessions immenses que Byzance avait faites à la sérénissime république[3]). Si la mer Noire était principalement sillonnée par les galères de Venise, le golfe d'Issus, que l'on appelait la mer d'Arménie, était également fréquenté par les vaisseaux de Gênes et de Venise. Les priviléges accordés aux deux républiques étaient à peu de

1) Avant l'occupation de la Cilicie par les Arméniens, le commerce était aux mains des Grecs. Dans les inscriptions des tombeaux byzantins de Gorigos, que j'ai publiées dans mon *Recueil d'inscriptions de la Cilicie*, p. 40 à 52, on voit plusieurs pierres épigraphiques qui rappellent les noms de gens de métier, tels que des taverniers, des selliers, des teinturiers en pourpre, des potiers, etc.

2) Marin, Hist. du commerce de Venise, t. IV p. 163.

3) Marin, t. III p. 28, 51.

chose près aussi étendus. Gênes avait des marchands et des propriétés à Sis, à Tarse, à Missis, à Gorigos, à Lajazzo, et dans cette dernière ville elle avait obtenu le droit de tenir une loge ou bourse. Le commerce de détail y était fait sur une large échelle, et dans les boutiques génoises on voyait en abondance le vin, l'huile, les graines alimentaires, les étoffes. D'autres industriels, en échange de ces produits, exportaient des épices et des étoffes d'orient, dont on était fort avide en occident. Les plus actifs d'entre les Génois se livraient au cabotage entre Gorigos et Lajazzo, entre cette ville et les ports de Syrie et d'Egypte. Ceux qui préféraient la vie sédentaire cultivaient la vigne et l'olivier ou plantaient des mûriers, pour l'élève des vers à soie [1]). Les Vénitiens dédaignaient les petites spéculations, et faisaient un commerce immense. Lajazzo, entrepôt de leur commerce, regorgeait de leurs marchandises, qui de ce point étaient expédiées dans toutes les directions [2]). Ces deux faits renferment toute la politique marchande de cette époque.

Mais quand Gênes eut repris le dessus dans la mer Noire, qu'elle eut, dès le XIIIe siècle, annulé en quelque sorte le commerce vénitien dans cette partie de l'orient, et obtenu des Grecs des priviléges hors ligne [3]), les Vénitiens se transportèrent en Syrie, et là ils n'eurent pas de peine à obtenir tout le monopole du commerce de l'orient. Cependant Gênes, ambitieuse à l'excès, toujours à la piste des progrès de sa rivale, travaillait en sous main à partager avec elle les faveurs des priviléges. Tout faisait ombrage à ces deux républiques jalouses, dit Pardessus [4]); dès qu'une d'elles s'apercevait que sa rivale avait obtenu quelques avantages dans un pays, elle n'épargnait rien pour les lui faire perdre, ou du moins, pour en obtenir de semblables. C'est ce qui explique pourquoi nous voyons les Génois et les Vénitiens solliciter et obtenir, en même temps, des priviléges à-peu-près identiques, des souverains de la Petite-Arménie.

Nous n'avons pas sur le commerce des Pisans avec l'Arménie de documents aussi positifs que pour Gênes et Venise, et cependant nous savons que Pise envoyait au XIIIe siècle ses marchands trafiquer en Cilicie [5]). Il est vrai que l'état continuel d'hostilités acharnées entre les républiques de l'Italie était une des causes des variations qu'éprouvait leur commerce. La Méditerranée était le théâtre principal des luttes sanglantes que faisaient naître entre elles l'ardeur du gain et l'ambition de supplanter ou d'affaiblir leurs rivales [6]). Les documents commerciaux nous font aussi défaut sur les rapports de Marseille, d'Amalfi, de Lucques, de Ravenne, d'Ancône [7]), de Trani, dont les marchands faisaient de fréquents voyages en Terre-Sainte [8]), et cependant, qui pourrait nier que ces navigateurs

---

1) Père Semino Nicolita, ms. de la Bibl. du roi à Turin.

2) Marco-Polo, liv 1 ch. 11.

3) Muratori, Script. rer. ital., t. VI p. 264. — Du Cange, Hist. de Constantinople, Append., p. 9. — Orderic, Litter. ligustich. p. 164. — Ferreti Vicentini, Histoire, dans Muratori, loc. cit., p. 987.

4) Pardessus, Lois maritimes t. II, Introd. p. 47.

5) Quitt. notar. du connétable d'Arménie Thoros; arch. de Venise.

6) Héthoum, Tables chronol. de 301 ans, ad ann. 1293. Pardessus, lois marit. t. II p. 44 de l'Introd.

7) Denina, delle revoluzioni d'Italia, t. II p. 514.

8) Le patr. Grégoire Dëgha, Elégie rimée de la prise de Jérusalem par Saladin; ms. de Venise.

n'aient aussi fréquenté l'Arménie? Nous savons que certains points du littoral cilicien portaient au moyen-âge des noms qui rappellent leur présence en ces lieux: le *portus Provensalium* et le *Castrum Longobardorum* sont là pour l'attester.[1])

Les Catalans venaient aussi prendre part aux résultats commerciaux obtenus par leurs rivaux d'Italie en orient. En 1293, Jacques II, roi d'Aragon, sollicita une réduction des droits de douane auxquels ses sujets étaient soumis en Arménie[2]). Cette négociation eut des résultats favorables, car elle se rattachait à celle que le même souverain entama avec les Mongols, et nous savons par le livre intitulé *Consulat de mer*[3]), redigé au XIVe siècle en Catalogne, selon toute probabilité, que les Catalans faisaient de fréquents voyages en Arménie[4]). Et en effet les archives d'Aragon ont conservé des pièces, où il est fait mention des consuls catalans établis en Cilicie[5]), et les archives de Saragosse, en particulier, contiennent des dispositions générales sur le commerce des Catalans et des Aragonais avec le levant.

Nous avons dit précédemment que le commerce de l'Arménie avait son siége principal à Lajazzo; cependant cette ville n'était pas la seule localité commerçante du pays. Les documents historiques de cette époque citent encore d'autres ports, où les navires des occidentaux venaient relâcher[6]): ainsi, par exemple, le port des Cypriotes[7]), le port des Génois, situé à l'embouchure d'une rivière tombant dans le golfe de Satalie[8]); le port Cavalier[9]), le port des Provençaux, dans un îlot où étaient d'anciennes constructions[10]); le port de Gorigos[11]), celui de Zafra[12]), l'ancienne Zephyrium, aujourd'hui Mersine; le port de Mallo, l'ancienne Mallus[13]); le port dit *Pallorum*[14]), le port de Canamella[15]), dans le territoire de Djĕguer, aujourd'hui district de Païas; le port d'Alexandrette, la plage de Salon ou Jalon[16]), enfin le port de Bonell ou portus Praebonelli[17]), aux confins de la Cilicie et de la Syrie.

§ 2. Douanes et tarifs.

Un commerce aussi étendu que celui des occidentaux en Arménie, et la facilité que ceux-ci avaient, grâce aux nombreuses échelles établies dans ce royaume, de faire la contre-

---

1) Notices et Extr. des mss., t. XIII, cartes de l'Atlas catalan de 1375. — Leake, Essay of a map of Asia minor.

2) V. Navarrete, dans les Mém. de l'Acad. de Madrid, t. V p. 175 et suiv.

3) Pardessus, Lois marit., t. II p. 49 et suiv.

4) Consulat de mer; cf. Pardessus, *op. cit.* t. II p. 80 ch. 32.

5) Archives d'Aragon, Registre des grades, 60. Pierre IV fo. 29 V^o^. — Navarrete, loc. cit., p. 138. — Capusani, Mém. hist., t. I p. 161, no. 96.

6) Biblioth. de l'Ecole des chartes, t. VI p. 308, 485.

7) Sanuto, Secreta fid. crucis, liv. II part. IV ch. 26 p. 89.

8) Id. p. 89.

9) Id. p. 89.

10) Notices et Extr. des mss., t. XIII atlas catal. — Sanuto, loc. cit. p. 89.

11) P. Semino Nicolita, ms. de Turin, *loc. cit.*

12) Bertraudon de la Broquière, dans Mas-Latrie, Hist. de Chypre, doc. t. III, p. 7 et suiv.

13) Sanuto, loc. cit. p. 89.

14) Sanuto, p. 89.

15) Privilége de Léon II.

16) Archives de Venise, Commemoriali, I, 295.

17) Raynaldi, Ann. eccles. ann. 1268, no. 53, (t. III, p. 252).

bande, avait nécessité de bonne heure la création d'officiers de ports et de douanes, dans les localités maritimes, et de bureaux de péage aux passages des défilés qui, traversant le Taurus, donnaient accès dans la Cilicie, au nord, à l'ouest et à l'est. Le système douanier de l'Arménie consistait dans la perception de certains droits appelés *tantallaugia* (tant à l'aune), terme qui répond au *tant pour cent*, qui se payait sur une charge de chameau. Les étrangers payaient indistinctement, tant pour l'importation que pour l'exportation, un droit de 4 pour cent; toutefois les Génois, les Vénitiens et plus tard les Siciliens, ne payaient que 1 pour cent, les Bardi de Florence étaient exempts de tous droits, et les Provençaux, les Catalans, les Pisans, etc. payaient 2 pour cent[1]). Outre ce droit fixe, que chaque nation devait acquitter à la douane d'Arménie, il y avait un droit proportionnel, que l'on prélevait sur certaines catégories de marchandises. Ainsi, le vin, l'huile, les bestiaux, le bois, le fer, les pelleteries, les cuirs, les laines, le drap, payaient une taxe qui venait s'ajouter au droit fixe de *tant pour cent*, dont nous avons parlé. Ces droits proportionnels nous sont révélés par les dispositions du privilége de 1288, accordé par Léon III aux Génois, et de celui octroyé par Léon V aux Vénitiens, en 1333, qui prouvent que ce que les priviléges entendent par l'entière franchise commerciale ne signifiait pas du tout une exemption complète de droits, et que la liberté de commercer ne devait pas s'entendre d'une manière absolue. Parmi les droits de douanes perçus en Arménie, et qui furent prélevés successivement sur toutes sortes de marchandises, voici les principaux, par ordre chronologique.

1° Droit sur l'or, sur l'argent et les matières précieuses.

2° *Censaria* ou droit de courtage.

3° L'*arboragius* ou ancoragium, droit de mâture ou d'ancrage, à raison de 2 dirhems par mât.

4° Droit de visite des malles, caisses et colis, renfermant les effets personnels aux marchands, et qui ne devaient pas être vendus.

5° Droit de passage, *passagium*, au passage des défilés, des ponts et bacs.

6° L'*exactio* ou patente hebdomadaire, payée par les taverniers étrangers, à raison d'un tacolin, abolie en 1333.

7° Droit sur les pelleteries, cuirs, etc., aboli la même année; droit sur les balles de drap mesuré, aboli la même année.

8° Droit d'incarcération pour dettes, modifié en 1338, en faveur des Vénitiens, qui pouvaient s'en exempter en fournissant une caution.

La douane royale (*regia duana*) avait son siége à Tarse et à Lajazzo. Un baron du royaume en avait la direction, comme préposé en chef. Des péages étaient établis à Gorigos, à Gouglag (Kulek-Boghaz), à Lauzad dans le Taurus, à Gaban et au passage du fleuve Jahan (Djihoun-Tschaï, le Pyramus), à la Portetta, aussi appelée Gamar (Camardesium),

---

1) Pegalotti, Pratica della mercat., t. III ch. XI p. 44.

sur la frontière de Syrie, à Gastein sur la lisière de la principauté d'Antioche. Il est probable que la douane (appelée Pilerga par Strambaldi[1]), était le nom altéré de ***Pylae***, que l'on donnait aussi à Gouglag ou Pyles Ciliciennes. Parmi ces péages, quelques-uns furent abolis, car nous savons que Léon II, au fur et à mesure qu'il rentrait dans la possession des fiefs où ils étaient établis, dispensait les étrangers des droits onéreux que les feudataires, maîtres du péage, faisaient peser sur les caravanes: « *Verum tamen si aliqua terrarum* « *istarum vel dictum passagium ad manus meas vel ad manus successorum meorum aliquo tempore* « *redierit, volo et concedo ut eamdem libertatem quam vobis dedi et concessi in alia terra mea*.... »

§ 3. De l'importation et de l'exportation.

Nous avons vu plus haut que les marchands de l'occident ne faisaient pas seulement, du port de Lajazzo et de l'Arménie, des lieux de relâche et d'entrepôt pour les marchandises qu'ils importaient, ou qu'ils exportaient pour trafiquer ensuite, mais qu'ils avaient un commerce actif d'échanges. Ce commerce comprenait différentes espèces de produits, dont nous trouvons la nomenclature dans les chartes et particulièrement dans le privilége de 1288, signé par Léon III et accordé aux Génois. Dans cet acte on reconnaît que les Génois apportaient en Cilicie du blé, de l'orge, du vin, de l'huile, de la soie, des toiles, des draps fabriqués en Europe, des gonelles ou robes avec ramages, des épices, de l'indigo, des drogues, du gingembre, du bois de Brésil, du coton, du sucre en poudre, du vif-argent, du corail, de l'étain, du cuivre, du savon et des armes[2]). Mais ces produits, qui pendant tout le XIIIe siècle vinrent en abondance dans le pays, n'y arrivèrent plus tard qu'en plus petite quantité, et nous savons par un historien de Florence, Villani, qu'après la destruction des colonies chrétiennes de l'orient, le commerce de l'Italie avait perdu la moitié de ses avantages.

En échange des produits que nous venons de mentionner, les Arméniens vendaient aux étrangers des productions de leur sol et de leur industrie, et des marchandises qu'ils faisaient venir de l'Asie par des caravanes qu'ils organisaient chez eux. L'acte de 1288, si souvent cité, nous fournit la liste des principaux produits du commerce de la Cilicie: c'étaient d'abord les esclaves[3]), dont la vente était soumise à certaines conditions, les chevaux, les mulets, les boeufs, les moutons, les cuirs, les poules et les oeufs. En outre, ils tiraient de grands avantages de la vente du bois, des métaux, du sel, des graines alimentaires et oléagineuses; ils se livraient aussi à la culture de la vigne, de l'olivier, et à l'agriculture; enfin ils faisaient le commerce d'entrepôt et de caravanes. Pégalotti nous a conservé une notice détaillée des dépenses qu'occasionaient les voyages de Lajazzo à Tauris, par terre.[4]) Un autre genre d'industrie, — si ce nom peut être appliqué en cette

1) Strambaldi, Cron. del regno di Cipro; cf. Bibl. de l'Ecole des chartes, 2e série t. I p. 190.
2) Notices et extr. des mss., t. XIII p. 97 et suiv.
3) Sanuto, liv. II, part. IV.
4) Id. ch. VI p. 9.

circonstance, — consistait à armer des navires pour la course et à donner la chasse aux galères marchandes. Les Grecs avaient le privilége de cette industrie en Cilicie, et il semble que, de tout temps, ce genre de piraterie était pratiqué sur les côtes ciliciennes, car Pompée fit une guerre acharnée aux pirates de l'Asie-Mineure[1]), et au XII[e] siècle, Nicétas[2]) dit que des navigateurs ciliciens écumaient la mer. Nous avons dit combien la législation des croisés et le code de Mékhithar avaient flétri le droit de *bris*, il est probable que les lois de l'occident faisaient payer cher aux pirates leurs brigandages et leurs forfaits, quand il arrivait que justice n'était pas faite sur place, sans tenir compte de la loi écrite.

§ 4. Monnaies, poids et mesures.

Les monnaies d'Arménie, à l'époque de la domination roupénienne en Cilicie, étaient frappées à Tarse et à Sis. Elles étaient d'or, d'argent et de cuivre[3]). Mais concurremment avec le numéraire national, il circulait dans le pays une prodigieuse quantité de monnaies byzantines et arabes, et aujourd'hui encore la somme de ces deux dernières catégories est de beaucoup supérieure à la première. Pégalotti nous a transmis de curieux détails sur la valeur des monnaies sous le roi Léon V[4]). Mais déjà il s'était opéré, depuis le règne de Léon II, des réformes monétaires qu'on peut suivre en consultant la série des monnaies arméniennes qui nous sont parvenues. Les monnaies d'Arménie étaient, sous Léon II, le *դենար*, tinar, nom emprunté à l'arabe dinar دينار. C'était l'équivalent du byzant d'or et du florin de Venise; les Arméniens l'appelaient aussi *դահեկան*, tahégan d'or. La monnaie d'argent était le tahégan d'argent ou drakan; on la trouve aussi citée sous la dénomination de tram *դրամ*, mot emprunté à l'arabe درهم. La monnaie de cuivre était fractionnée en pogh *փող*, mot d'origine arabe, فلوس, en tang *դանգ* ou *դանկ*, en phschid *փշիտ*, louma *լումա* et nakaraguid. Enfin il paraît que précédemment les Arméniens se servaient d'une monnaie qu'Assolig nomme zouzé. Nous ignorions le sens de ce mot, quand un savant orientaliste, S. Exc. M[r] le baron Desmaisons, directeur de l'Institut des langues orientales au Ministère des relations extérieures de St.-Pétersbourg, nous en a fourni l'explication. Voici le passage de la lettre qu'il nous fit l'honneur de nous adresser à ce sujet: «Ce «zouzé pourrait bien être la corruption du mot arabe جزية, capitation. C'est le même mot «que les Turcs emploient encore aujourd'hui dans certains cas, comme, par exemple, lors «qu'il s'agit de désigner l'impôt que payent les rayas, souvent par anticipation[5]).» Les pièces diplomatiques mentionnent le byzant, le dinar sarrazin, le tahégan, le tram, le staurat ou croisat, un genre de monnaie désigné sous le nom de tacolin, qui paraît répon-

---

1) Plutarque, Vie de Pompée. — Florus, de bell. pirat. liv. III, ch. 6.

2) De Manuele Comn. liv. III ch. 3.

3) Bullet. de l'Acad. des Sc. de Pétersb., t. VI, Monogr. des monn. arméniennes, par M. Brosset. — Ma Numismatique de l'Arménie au moyen-âge.

4) T. III, ch. XI p. 44, de la Decima de Pagnini.

5) Le *zouza* géorgien est un didrachme.

dre au takfouriah, monnaie royale, employé par Makrisy pour désigner le tram. Pégalotti nous apprend que les tacolins contenaient 8 onces d'argent fin par livre, et que dix tacolins équivalaient à un byzant de Constantinople. Selon le même écrivain, le pogh ou foller était le quart du denier ou denaro, et le nakaraguid était la 40e partie du pogh.

Les poids et mesures étaient arméniens ou étrangers. Les dénominations dont on se servait en Arménie étaient pour la plupart empruntées au langage des Italiens. Nous trouvons la mention des poids et des mesures usités en Arménie dans le privilége de 1288, et dans le chapitre que Pégalotti, dans sa *Pratica della mercatura*, a consacré à l'Arménie [1]). L'écrivain italien a, de plus, donné la comparaison des poids et mesures arméniens avec ceux des peuples avec lesquels ils étaient en relation au XIVe siècle. Voici le tableau des poids et mesures arméniens:

Unités de	Noms.	Multiples.	Subdivisions.	Marchandises.
Poids......	Rotle (ruotolo).......	Quintal.... (ou Catars)	Ocque, livre, once, pois, grains.	Épices, soies, laines, plomb, cuivre, étain etc.
	Marc....................	....	....	Or, argent, fourrures.
Capacité.	Boisseau (moggio)..	....	Marzapan..............	Graines alimentaires et oléagineuses etc.
	Tonneau................	....	Jarre.................... Cruche..................	Huile et vin.
Volume...	Perche ou Barsounag....................	....	double filakh.......... filakh.	Bois.
Longueur	Canne....................	....	....	Étoffes de soie, de laine et de coton.
Superficie.	....	....	....	....

Il est difficile de connaître exactement la valeur des poids et des mesures de l'Arménie, et le tableau de Pégalotti a été fait plutôt d'une manière approximative, qu'avec une rigueur mathématique. M. Canale [2]), qui a cherché à tirer quelques indications des données de Pégalotti, n'est du reste arrivé à aucun résultat positif.

§ 5. Des baïles ou consuls.

L'institution consulaire remonte aux croisades. Ces magistrats, envoyés par les villes d'occident dans les villes d'orient, avaient pour mission de protéger leurs compatriotes,

1) Pagnini, p. 45 et suiv.

2) Canale, Comm. di Genova; vol. IV, p. 361.

qui venaient trafiquer en Asie et en Egypte. Sauli[1]) nous apprend que, dès l'année 1342, les Vénitiens avaient des consuls en Arménie; mais bien avant cette époque, les documents diplomatiques prouvent que les consuls ou baïles étaient déjà en fonctions dans le pays. En 1201, les Génois et les Vénitiens avaient obtenu de Léon II des tribunaux, *curiae*, où siégeaient des magistrats de leur nation[2]). Toutefois ce ne fut que plus tard que les consuls proprement dits furent appelés à résider en Cilicie. En effet, en 1245, le consul des Vénitiens en orient résidait à Acre et administrait tous ses nationaux de l'Asie avec l'aide de prud'hommes ou agents consulaires, qui habitaient les villes où se trouvaient des occidentaux en résidence. Ces agents sont appelés dans les chartes, *probi et discreti viri.* En 1271, les Vénitiens envoyèrent un résident en Arménie, comme cela est indiqué par un passage de l'acte accordé par Léon III aux Vénitiens. A la même époque, les Génois avaient un fondé de pouvoir en Cilicie, c'était Jacques Pallavicino. Mais cette charge fut changée en celle de baïle ou consul en 1279, époque à laquelle nous trouvons un titulaire qui portait le nom de Leone di Negro. Les assesseurs de ces consuls étaient ce que l'on appelle aujourd'hui encore les députés de la nation. Avant 1379, les Catalans avaient des consuls en Arménie[3]), car une charte de Pédro IV, roi d'Aragon, confirme la nomination des consuls catalans en Arménie[4]). En 1304, les Pisans avaient un consul à Lajazzo[5]). Voici la liste des consuls vénitiens en Arménie:

1310 — Georges Delphino.
1320 — Jean Caroso.
1321 — Jean Caves.
1326 — Blasio Malipero.
1335 — Pierre Bragadino.

Tels sont les renseignements, tout-à-fait neufs, que l'étude des documents diplomatiques nous a permis de faire snr l'Arménie au moyen-âge. Ces renseignements pourront être complétés encore, quand d'habiles et patients explorateurs auront fouillé plus avant que nous les richesses renfermées dans les dépôts d'archives que nous n'avons pas eu le bonheur de visiter. Sans doute, ils feront mieux, mais nous aurons toujours eu le faible mérite d'avoir été le premier à faire connaître au monde savant des faits nouveaux, et dont l'importance est de nature à fixer l'attention des hommes qui se livrent avec ardeur à l'étude du moyen-âge oriental. Puisse ce travail, que nous soumettons en toute humilité aux critiques, être jugé par eux avec indulgence!

1) Sauli, Principi di storia civile della republ. di Venezia, t. II, Part. I, p. 249.
2) Cf. les priviléges de Léon II aux Génois et aux Vénitiens.
3) Navarrete, Mém. de l'acad. de Madrid, t. V, p. 188.
4) Archives d'Aragon, Registre des grâces, no. 60, Pedro IV fo. 29 V°.
5) Privil. de Léon V aux Vénitiens.

TABLE DU CONTENU.

	Page
AVANT-PROPOS	1
PROLÉGOMÈNES	3
§ 1. Les cartulaires de l'Arménie avant les Roupéniens	5
§ 2. Des cartulaires de l'Arménie sous les Roupéniens	5
§ 3. Dépôts d'archives qui contiennent des documents relatifs à l'Arménie et bibliographie des chartes roupéniennes	6
§ 4. Renseignements diplomatiques sur les chartcs de l'Arménie	8
§ 5. Des actes dont se compose actuellement la série des pièces relatives à la diplomatique arménienne	14
§ 6. Catalogue des chartes d'Arménie et des pièces diplomatiques relatives à ce royaume, dressé par ordre chronologique	21
PREMIÈRE PARTIE.	
§ 1. Condition sociale et politique de l'Arménie avant les Roupéniens	38
§ 2. Introduction et organisation du système féodal en Cilicie	42
§ 3. Des grands offices de la couronne	53
DEUXIÈME PARTIE.	
§ 1. Du roi et des domaines de la couronne	59
§ 2. De la noblesse et des domatnes des barons	63
§ 3. Du clergé et des domaines ecclésiastiques	66
§ 4. Des ordres religieux établis lors des croisades, en Syrie, et de leurs domaines dans la Cilicie	71
§ 5. Établissements fondés en Cilicie par les républiques maritimes de l'Italie	73
TROISIÈME PARTIE.	
§ 1. Du commerce	75
§ 2. Douanes et tarifs	78
§ 3. De l'importation et de l'exportation	80
§ 4. Monnaies, poids et mesures	81
§ 5. Des baïles ou consuls	82

Errata et rectifications.

Page	7	note	3	au lieu de	Rezières	lisez	Rozières
»	13	ligne	27	»	Sagette	»	Saïette
»	18	»	20	»	sanctions	»	successions
»	18	»	25	»	Ochin II	»	Léon II
»	20	»	1	»	Persans	»	Pisans
»	23	»	24	»	Willibald	»	Willebrand
»	23	»	38	»	Univers	»	Université
»	33	»	16	»	Seranzo	»	Soranzo
»	37	»	2	»	Machaud	»	Machaut
»	37	»	15	»	Bafarul	»	Bofarul
»	46	»	8	»	Bodandas	»	Podandus
»	51	»	2	»	soumission	»	succession
»	51	»	2	»	domaine	»	douaire
»	51	»	27	»	Fénice	»	Fémie
»	54	»	34	»	l'intitule	»	s'intitule
»	58	»	10	»	Trasolt	»	Trusolt
Page	58	ligne	12	au lieu de	Garmir	lisez	Garnier
»	59	»	8	»	Kesroun	»	Kessoun
»	60	»	11	»	Aaïae	»	Aïas
»	62	V° Zabel, supprimez: et 2° *Hohannès Rapoun, frére d'Hétoum I.*					
»	64	note	10	au lieu de	Haraba	lisez	Maraba
»	64	ligne	8	»	Babarou	»	Babaron
»	64	»	11	»	Tamnegan	»	Samnegan
»	65	»	11	»	Roman	»	Romain
»	68	note	14	»	Kornelies	»	Homélies
»	72	ligne	20	»	régime	»	régence
»	78	note	5	»	grades	»	grâces
»	78	»	5	»	Capusani	»	Capmani
»	*Passim*			»	Gastein	»	Gastim
»	»			»	Pégalotti	»	Pégolotti

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome III, N° 4.

ZWEITER ANHANG ZU DER ABHANDLUNG

„ÜBER DIE RUSSISCHEN TOPASE".

(Vergl. Mémoires de l'Académie, VIe Série, Sciences mathématiques et physiques, Tome VI. et VIIe Série, Tome II.)

Von

N. v. Kokscharow,
Mitgliede der Akademie.

Mit 3 Tafeln.

Gelesen am 21. September 1860.

St. PETERSBURG, 1860.
Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 36 Kop. = 12 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
Im October 1860. K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

ZWEITER ANHANG ZU DER ABHANDLUNG

„ÜBER DIE RUSSISCHEN TOPASE“.

(Vergl. Mémoires de l'Académie, VI[e] Série, Sciences mathématiques et physiques, Tome VI, und VII[e] Série, Tome II).

Von

N. v. Kokscharow.

---

1) Zu den früher von mir gegebenen Tafeln für die russischen Topaskrystalle, sehe ich mich wiederum genöthigt noch drei hinzuzufügen, nämlich Taf. E, F und G.

2) Seine Majestät der Kaiser von Russland Alexander II. hat neuerdings huldreichst geruht, dem Museum des Berg-Instituts zu St. Petersburg ein sehr schätzbares Geschenk zu machen, nämlich: einen Topaskrystall von so ausgezeichneter Grösse und Schönheit, desgleichen man bisher noch nie gesehen hat. Dieser Krystall gehört, seiner ungewöhnlichen Grösse, Vollkommenheit der Krystallisation, angenehmen Farbe und Durchsichtigkeit wegen, zu den grössten Seltenheiten des Mineralreichs. Auf der Tafel G ist er in schiefer und auf Figur 76 Taf. F in horizontaler Projection dargestellt, und zwar in seiner natürlichen Grösse. Die beiden Figuren sind hinreichend um einen vollkommenen Begriff über das äussere Aussehen des Exemplars zu geben. Die Combination des Krystalls ist folgende: $oP. \frac{1}{3}P. \frac{1}{2}P. \infty P. \infty\breve{P}2. \frac{2}{3}\breve{P}\infty. \breve{P}\infty. 2\breve{P}\infty.$

Die Farbe ist dunkel weingelb (oder um es richtiger zu sagen, so ist dieselbe zwischen der des brasilianischen Topases und der des gewöhnlichen Rauchtopases). Der obere Theil ist vollkommen durchsichtig, der untere dagegen nur stellenweise, in Folge mehrerer Risse. Der Krystall hat ungefähr 28 Centimeter in der Richtung der Verticalaxe, ungefähr 16 Centimeter in der Richtung der Makrodiagonalaxe und ungefähr 12 Centimeter in der Richtung der Orthodiagonalaxe; er ist in zwei Theile gebrochen (von welchen der obere fast zwei Mal höher als der untere), und wiegt 25 Pfund (russisch) und 71 Solotnick. Die Flächen

$i = \frac{1}{3}P$ und $y = 2\breve{P}\infty$ sind glatt und glänzend; die Flächen $M = \infty P$ und $l = \infty\breve{P}2$ sind glänzend, aber, wie gewöhnlich bei Topaskrystallen, vertical gestreift; die Flächen $f = \breve{P}\infty$ und $a = \frac{2}{3}\breve{P}\infty$ sind glatt, aber fast matt; und endlich die Flächen $P = oP$ und $u = \frac{1}{2}P$ sind glatt und vollkommen matt.

Der oben beschriebene gigantische Topaskrystall wurde in den Bergen des Flusses Urulga (Transbaikalien) gefunden und von seinem Besitzer, dem dortigen Kaufmann M. Butin, im Jahre 1860 nach St. Petersburg gebracht. Während seines Aufenthalts in St. Petersburg wandte sich Herr M. Butin an den Finanzminister A. M. v. Kniazewitsch mit der Bitte die Gnade zu erlangen, diesen Krystall Seiner Majestät dem Kaiser unterthänigst darbringen zu dürfen; die Bitte wurde ihm auch bald gewährt. Seine Majestät der Kaiser geruhte huldreichst die Gabe anzunehmen und zugleicher Zeit zu befehlen: Seinen Allergnädigsten Dank dem Hrn. M. Butin kund zu thun, ihm einen prachtvollen Diamantring (1200 Rubel Silber an Werth) zu verleihen, und den Krystall selbst in der Mineralien-Sammlung des Museums des Berg-Instituts zu St. Petersburg aufzubewahren*).

3) In den Figuren 70 und 70 bis, 71 und 71 bis, 72 und 72 bis, 73 und 73 bis Tafel E sind vier Topaskrystalle aus meiner Sammlung in ihrer natürlichen Grösse dargestellt.

Alle stammen aus den Bergen des Flusses Urulga (Transbaikalien), und zeichnen sich durch ihre besondere Schönheit aus. Sie sind alle vollkommen durchsichtig (fast ohne Risse), sehr scharfkantig, sehr gut erhalten, und von ziemlich dunkel-weingelber Farbe.

Der auf Fig. 70 dargestellte Krystall bietet folgende Combination dar: $oP. \frac{1}{3}P. \frac{1}{2}P. P. \infty P. \infty\breve{P}2. \breve{P}\infty. 2\breve{P}\infty. \frac{1}{3}\bar{P}\infty. \bar{P}\infty.$ Man bemerkt auch Spuren von den Flächen $a = \frac{2}{3}\breve{P}\infty$. Die Fläche $P = oP$ ist ziemlich glänzend, aber durch runde, weniger glänzende, zum Theil ringförmige Fleckchen bedeckt; die Flächen $h = \frac{1}{3}\bar{P}\infty$ sind sehr glatt und sehr glänzend; die Flächen $i = \frac{1}{3}P$ sind sehr glänzend, aber weniger glatt als die vorhergehenden; die Flächen $y = 2\breve{P}\infty$ sind glänzend aber schwach horizontal gestreift; die Flächen $f = \breve{P}\infty$, $u = \frac{1}{2}P$, $o = P$ und $d = \bar{P}\infty$ sind eben, aber schwach glänzend (sie bieten, um so zu sagen einen Übergang zu den matten Flächen); endlich die Flächen $M = \infty P$ und $l = \infty\breve{P}2$ sind glänzend aber schwach vertical gestreift.

Der Figur 71 dargestellte Krystall bietet folgende Combination dar: $oP. \frac{1}{3}P. \frac{1}{2}P. P. \infty P. \infty\breve{P}\frac{3}{2}. \infty\breve{P}2. \frac{2}{3}\breve{P}\infty. \breve{P}\infty. 2\breve{P}\infty. \frac{1}{3}\bar{P}\infty. \bar{P}\infty.$ Die Beschaffenheit der Flächen dieses Krystalls ist ganz wie die des vorhergehenden.

Der auf Figur 72 dargestellte Krystall bietet folgende Combination dar: $oP. \frac{1}{3}P. \frac{1}{2}P. \infty P. \infty\breve{P}\frac{3}{2}. \infty\breve{P}2. \frac{2}{3}\breve{P}\infty. \breve{P}\infty. 2\breve{P}\infty.$ Die Fläche $P = oP$ ist ganz matt; die Flächen $u = \frac{1}{2}P$, $a = \frac{2}{3}\breve{P}\infty$ und $f = \breve{P}\infty$ sind sehr schwach glänzend (Übergang zu matten Flächen bildend);

*) Russisches Berg-Journal. 1860. Bd. II, S. 383.

die Flächen i $= \frac{1}{3}P$ sind glänzend, aber mit schwachen runden Unebenheiten bedeckt; die Flächen y $= 2\breve{P}\infty$ sind glänzend, aber schwach horizontal gestreift; die Flächen m $= \infty\breve{P}\frac{3}{2}$ sind sehr glatt und glänzend; endlich die Flächen M $= \infty P$ und l $= \infty\breve{P}2$ sind sehr glänzend aber schwach vertical gestreift.

Der auf Figur 73 dargestellte Krystall bietet folgende Combination dar: oP. $\frac{1}{3}P$. $\frac{1}{2}P$. ∞P. $\infty\breve{P}2$. $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$. $\breve{P}\infty$. $2\breve{P}\infty$. Die Beschaffenheit seiner Flächen ist ganz wie die des vorhergehenden.

4) Im Museum des Berg-Instituts zu St. Petersburg finden sich unter den Topaskrystallen aus Mursinsk (Ural) zwei, die besonders durch einige ungewöhnliche Flächen ausgezeichnet sind.

a) Der eine von den beiden oben angeführten Krystallen, ist auf Fig. 74 und 74 bis Taf. F in schiefer und horizontaler Projection, und dabei in seiner natürlichen Grösse und mit allen seinen natürlichen Details dargestellt. Dieser Krystall zeichnet sich besonders durch den Reichthum der in seiner Combination eintretenden Formen aus. A. Breithaupt hat denselben untersucht und ihm folgende eigenhändig geschriebene Etiquette beigelegt:

«*Topas, Topazius hystaticus;* von Mursinsk. 1) oP rauh; 2) $\frac{1}{3}P$; 3) ein zP, steiler als «$\frac{1}{3}P$ und flacher als $\frac{1}{2}P$, in Spuren aber glänzend; 4) $\frac{1}{2}P$; 5) P; 6) $\breve{P}2$; 7) $\frac{1}{2}\breve{P}2$; 8) $\breve{P}\frac{3}{2}$; «9) ein $2\breve{P}n$ rauh, vielleicht $\breve{P}4$; parallele Combinations-Kanten mit $\breve{P}\infty$, $\breve{P}2$, $\breve{P}\frac{3}{2}$ und P «bildend; 10) ein $z\breve{P}n$ rauh, parallele Combinations-Kanten mit $\breve{P}\infty$ und einem $\infty\breve{P}n$ wahr-«scheinlich mit $\infty\breve{P}4$ bildend; 11) $\breve{P}\infty$; 12) $2\breve{P}\infty$; 13) $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ klein aber glänzend; 14) $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ «rauh; 15) $\bar{P}\infty$; 16) ∞P; 17) ein $\infty\breve{P}n$ sehr schmal aber nach unten deutlicher werdend; «18) $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$; 19) ein $\infty\breve{P}n$ sehr schmal aber nach unten deutlicher werdend; 20) $\infty\breve{P}2$; 21) «ein $\infty\breve{P}n$; 22) $\infty\breve{P}4$; 23) ein $\infty\breve{P}n$ wahrscheinlich $\infty\breve{P}5$.

«Basis	=	2 Flächen
«9 Pyramidoëder...	=	72 »
«5 Domen	=	20 »
«8 Prismen	=	32 »
«23 Gestalten	=	126 Flächen.

«A. Breithaupt».

A. Breithaupt's Beschreibung und meine Zeichnungen sind hinreichend um einen vollkommenen Begriff über Alles, was die Krystallisation anbelangt, zu geben. Wir ersehen auch, dass die von A. Breithaupt angeführten Formen $\frac{1}{2}\breve{P}n$, $\breve{P}\frac{3}{2}$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}5$ (?) bis jetzt noch nicht an den russischen Krystallen beobachtet worden sind. Ausser denselben habe ich noch ein neues rhombisches Prisma $\infty\breve{P}\frac{5}{2}$ und zwei rhombische Pyramiden

$x = \frac{2}{3}\breve{P}2$ und $m\breve{P}n$ gefunden, von welchen die zweite auch für die russischen Topase neu ist. Die Flächen dieser beiden Pyramiden stumpfen die Combinations-Kanten $\frac{f}{u}$ ab; die letztere bildet folgende Winkel: $m\breve{P}n : u$ ungefähr $= 145°$ und $m\breve{P}n : f$ ungefähr $= 172°$. Da diese Messungen bloss als annähernd zu betrachten sind, so habe ich das krystallographische Zeichen für die Pyramide, von der die Rede ist, nicht berechnet.

Der Krystall selbst ist aus zwei grossen Individuen gebildet, die in paralleler Stellung so innig mit einander verwachsen sind, dass sie wie ein einziger Krystall erscheinen. Seine Farbe ist hell bläulich-weiss. Er ist im Allgemeinen, mit Ausnahme einiger Stellen und einiger Spaltungsrisse, ziemlich durchsichtig.

Für die neuen Formen haben sich folgende Winkel berechnen lassen:

Für $\frac{1}{2}\breve{P}2$.

$\frac{1}{2}X = 67° 50' 26''$	$X = 135° 40' 52''$
$\frac{1}{2}Y = 66\ 30\ 8$	$Y = 133\ 0\ 16$
$\frac{1}{2}Z = 33\ 17\ 18$	$Z = 66\ 34\ 36$

$\alpha = 65° 30' 0''$
$\beta = 65\ 42\ 51$
$\gamma = 46\ 35\ 22$

Für $\breve{P}\frac{3}{2}$.

$\frac{1}{2}X = 48° 57' 22''$	$X = 97° 54' 44''$
$\frac{1}{2}Y = 58\ 37\ 41$	$Y = 117\ 15\ 22$
$\frac{1}{2}Z = 56\ 55\ 34$	$Z = 113\ 51\ 8$

$\alpha = 46° 21' 0''$
$\beta = 39\ 43\ 46$
$\gamma = 38\ 24\ 28$

Für $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$.

$\frac{1}{2}X = 47° 56' 8''$	$X = 95° 52' 16''$
$\frac{1}{2}Z = 42\ 3\ 52$	$Z = 84\ 7\ 44$

Für $\infty\breve{P}\frac{5}{2}$.

$\frac{1}{2}X = 52° 52' 54''$	$X = 105° 45' 48''$
$\frac{1}{2}Y = 37\ 7\ 6$	$Y = 74\ 14\ 12$

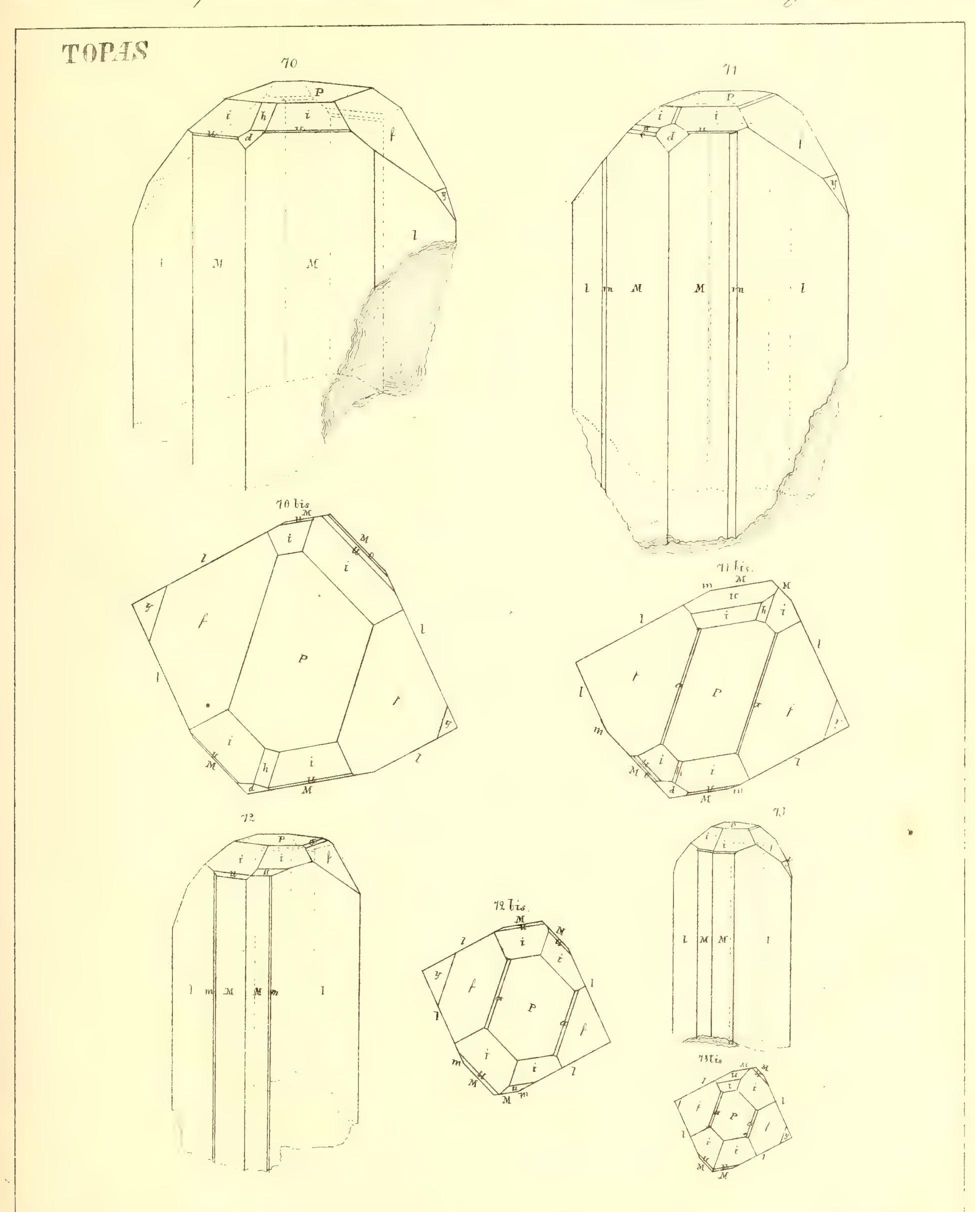
Für $\infty\breve{P}5$.

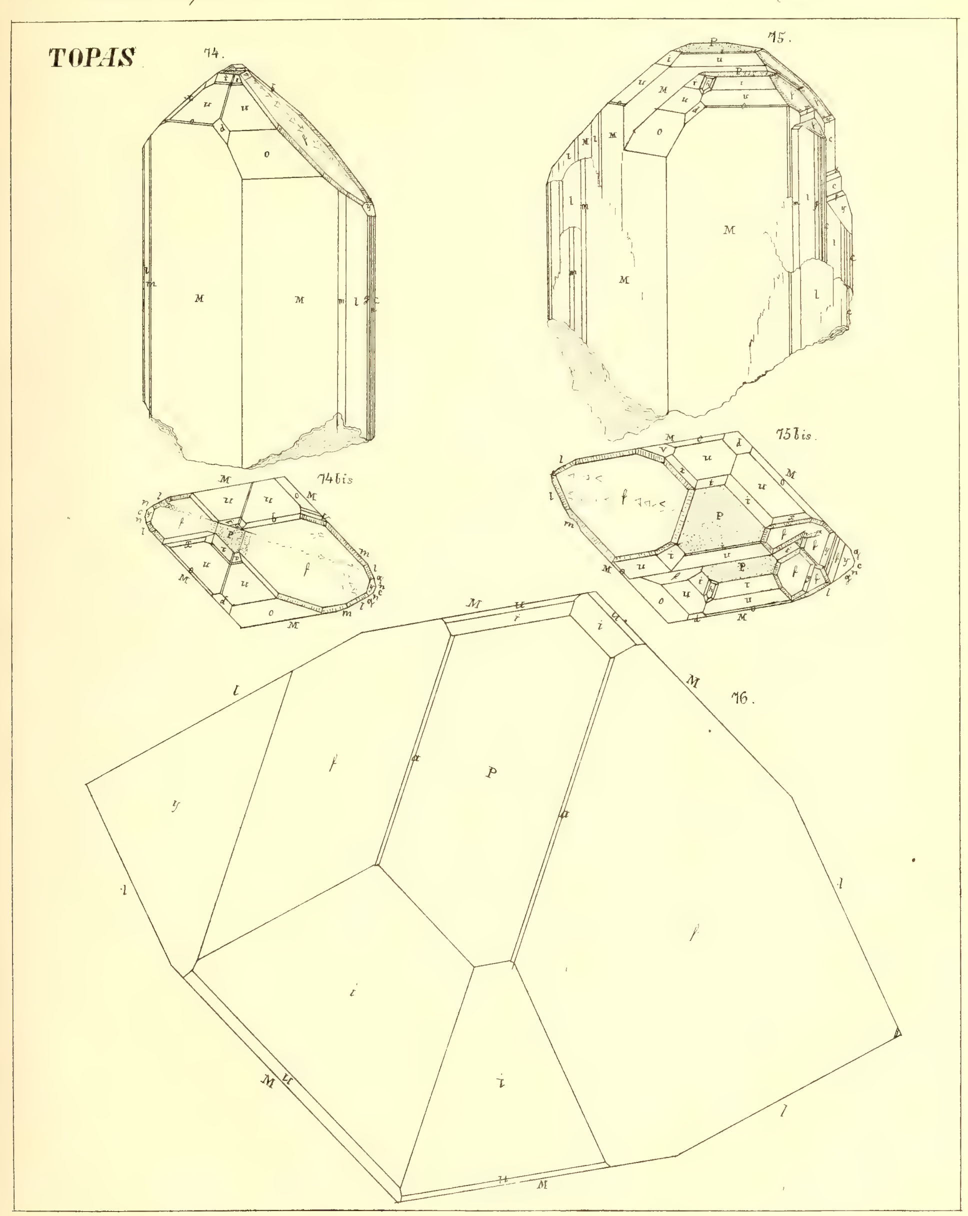
$\frac{1}{2}X = 69° 16' 24''$	$X = 138° 32' 48''$
$\frac{1}{2}Y = 20\ 43\ 36$	$Y = 41\ 27\ 12$

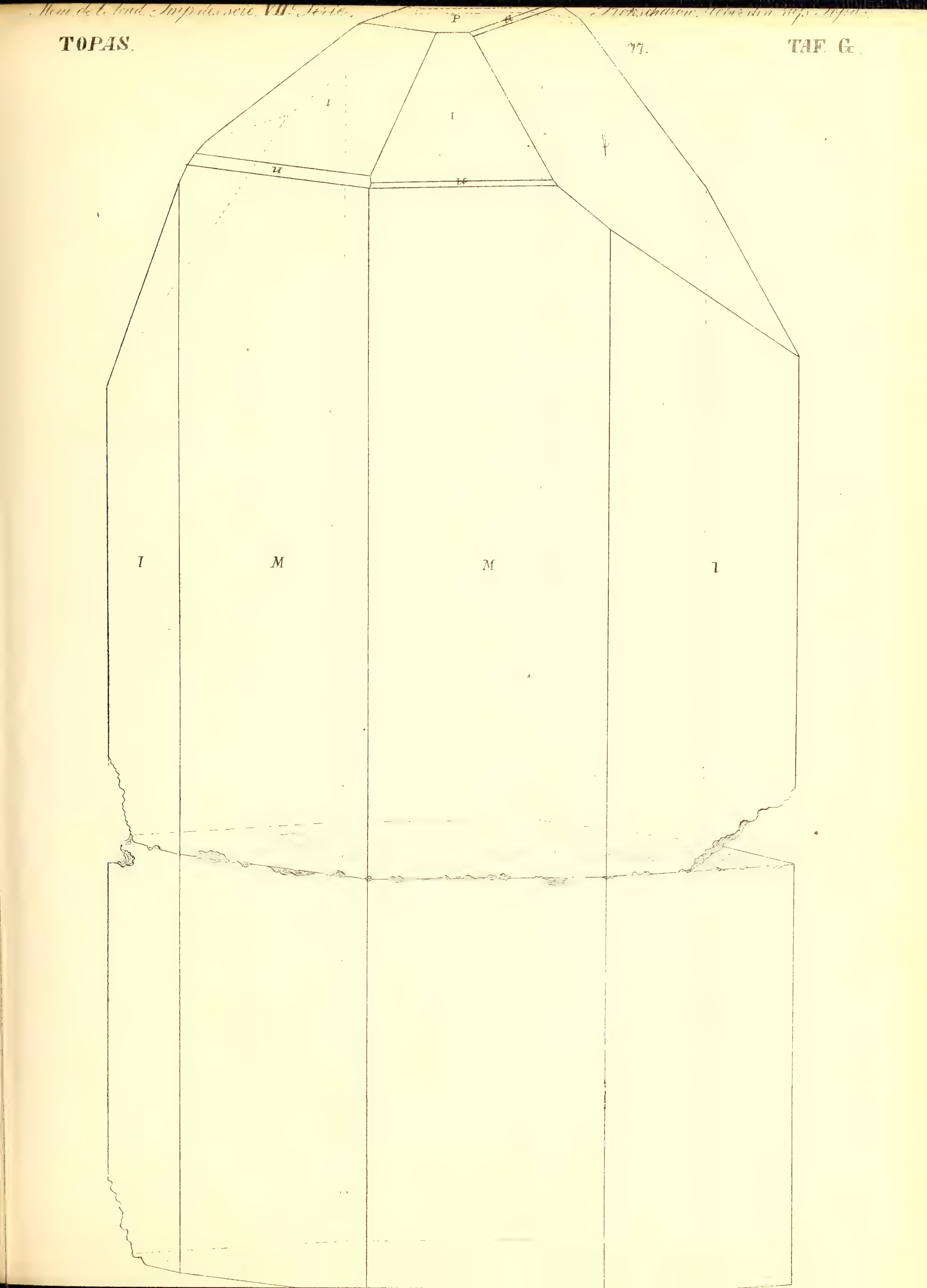
b) Der andere Krystall ist ganz von der Beschaffenheit des vorhergehenden, und vorzüglich merkwürdig durch seine kleinen, ganz symmetrisch gelegenen Abstumpfungsflächen der Combinations-Kanten $\frac{h}{i}$, $\frac{h}{P}$, und $\frac{h}{u}$. In Folge derselben erscheint die Fläche

$h = \frac{1}{3}\bar{P}\infty$ wie in einem Rahmen eingeschlossen. Dieser Krystall besteht eigentlich aus zwei grossen und mehreren kleinen Individuen, die in paralleler Stellung sehr innig zusammengewachsen sind, was aber am Besten aus der Figur 75 und 75 bis Taf. F zu ersehen ist. Diese Figuren stellen den Krystall in seiner natürlichen Grösse und mit allen seinen natürlichen Details dar. Ausser den oben erwähnten Abstumpfungsflächen bemerkt man noch andere, die die Combinations-Kanten $\frac{f}{i}$, $\frac{f}{u}$, $\frac{f}{o}$, $\frac{f}{M}$ und $\frac{f}{l}$ abstumpfen, und zusammen ihrerseits, um so zu sagen, einen Rahmen für die Flächen $f = \breve{P}\infty$ bilden. Da aber alle diese Abstumpfungsflächen rauh sind, so konnte ich keine Messungen an denselben anstellen, und daher auch nicht ihr krystallographisches Zeichen berechnen.

Der Krystall hat eine hell bläulichweisse Farbe und ist theils ganz durchsichtig, theils mit Spaltungs- und anderen Rissen gefüllt. Mit Ausnahme der Flächen $P = oP$ und der oben erwähnten kleinen Abstumpfungsflächen, die rauh sind, sind alle andern Flächen glänzend.


TOPAS
70
71
70 bis
71 bis
72
72 bis
73
73 bis


TOPAS
74.
74 bis
75.
75 bis.
76.


P
d
i
i
f
u
u
l
M
M
l

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
TOME III, N° 5.

ÜBER

DIE STRAHLENBRECHUNG

IN

DER ATMOSPHÄRE.

Von

J. J. Baeyer,

Kön. Preuss. Generallieutenant, correspondirendem Mitgliede der Akademie.

Der Akademie vorgelegt am 1. Juni 1860.

ST. PETERSBURG, 1860.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 65 Kop. = 22 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Im October 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

ÜBER

DIE STRAHLENBRECHUNG IN DER ATMOSPHÄRE.

Von

J. J. Baeyer.

Man unterscheidet gewöhnlich zwei Arten der Strahlenbrechung, die astronomische und die terrestrische. Mit Untersuchung der ersten haben sich die grössten Gelehrten vielfach beschäftigt, ich nenne nur Laplace, Bessel, Ivory etc. etc.; die zweite dagegen wurde lange Zeit hindurch wenig beachtet, und man begnügte sich damit, den mittleren Werth des terrestrischen Coefficienten zu bestimmen. W. Struve war der erste, der uns die von der Tageszeit abhängige Veränderlichkeit des terrestrischen Coefficienten kennen lehrte und eine Formel zur Bestimmung desselben aus dem Barometer- und Thermometer-Stande aufstellte[1]), die mit den Beobachtungen nahezu übereinstimmt und dem nächsten practischen Bedürfnisse abhilft.

Bei meinen geodätischen Operationen habe ich, seit einer Reihe von Jahren, demselben Gegenstande meine Aufmerksamkeit zugewendet und keine Gelegenheit vorüber gehen lassen, um besondere Refractions-Erscheinungen zu beobachten und zu studiren. Je mehr ich mich damit beschäftigte, um so mehr wurde ich von der Richtigkeit der Ansicht überzeugt, die sich uns schon bei der ersten oberflächlichen Betrachtung aufdrängt, dass beide Arten der Strahlenbrechung nothwendig eine und dieselbe Erscheinung sein müssen und dass kein anderer Unterschied zwischen der astronomischen und terrestrischen Refraction bestehen kann, als dass bei jener der Lichtstrahl seinen Weg durch die ganze Atmosphäre nimmt, während er bei dieser, vom Object zum Auge, meist nur einen kleinen Theil der Atmosphäre zu durchlaufen hat. Wenn dies der Fall ist, so muss eine allgemeine Untersuchung nothwendig beide Arten der Strahlenbrechung umfassen und es wird sich die terrestrische Refraction aus der astronomischen herleiten lassen, wenn man in ihrem allgemeinen Ausdrucke, statt der ganzen Höhe der Atmosphäre nur einen Theil derselben einführt. Diese Ansicht durchzuführen soll hier versucht werden.

1) Bulletin de la Classe Physico-Mathématique de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg Tom. VIII, № 22 et 23.

§ 1. Man denke sich, um zu einer einfachen Vorstellung zu gelangen, die Atmosphäre in lauter concentrische Schichten getheilt, deren Dichtigkeiten in jeder Schicht gleich, in den auf einander folgenden Schichten aber von oben nach unten zunehmen. Stellt nun ZN eine Lothlinie vor und bezeichnet man (Fig. 1) die oberste Schicht, welche die Luft von dem leeren Raume R trennt, durch L, so wird nur der Strahl, welcher in der Richtung der Lothlinie in die Luft eindringt, ungebrochen durchgehen, jeder andere Strahl aber, der z. B. in der Richtung ed einfällt, wird so abgelenkt, dass er innerhalb der Schicht L an die Lothlinie herangebogen wird. Der Winkel $Zde = (z)$ wird bekanntlich der Einfalls-, der Winkel $fdN = z$ der Durchgangs-Winkel genannt. Bei dem Uebergange des Strahls aus der Schicht L in die Schicht L' findet in dem Punkte f eine ähnliche Ablenkung statt. Das Verhältniss des Sinus (z) zu dem Sinus z, lässt sich, wie aus der Physik bekannt ist, durch $n:1$ darstellen, wo n das Brechungsvermögen der Luftschicht bedeutet. Man erhält daher

$$\mathbf{1} \ldots\ldots\ldots \quad \sin(z) = n \sin z.$$

Denkt man sich jetzt das Brechungsvermögen der Luftschicht L immer grösser werdend und nach und nach die Werthe $n, n', n'' \ldots$ annehmend, so findet man, wenn die zugehörigen Durchgangswinkel mit $z, z'', z^{IV} \ldots$ bezeichnet werden,

$$\begin{aligned} \sin(z) &= n \sin z \\ &= n' \sin z'' \\ &= n'' \sin z^{IV} \\ &\vdots \end{aligned}$$

und hieraus erhält man für jede Aenderung der Dichtigkeit, oder was dasselbe ist, für jeden Uebergang aus einer Luftschicht in die andere der Reihe nach die Ausdrücke:

$$\mathbf{2} \ldots\ldots\ldots \quad \begin{aligned} n \sin z &= n' \sin z'' \\ n' \sin z'' &= n'' \sin z^{IV} \\ \vdots \quad & \quad \vdots \end{aligned}$$

Aus diesen Gleichungen folgt, unabhängig von der Zahl der Schichten

$$n \sin z = n'' \sin z^{IV}$$

weil alle Zwischenglieder sich aufheben. Man kann daher die Anzahl der Schichten beliebig gross, ihre Höhenunterschiede also auch unendlich klein annehmen; dann aber rückt in (Fig. 2) die Lothlinie Z' unendlich nahe an Z, die Lothlinie Z'' unendlich nahe an Z'..... und es wird Winkel $z = z'$; Winkel $z'' = z'''$.....

Setzt man diese Werthe auf der linken Seite in die Gl. **2** so gehen sie über in

$$\begin{aligned} n \sin z' &= n' \sin z'' \\ n' \sin z''' &= n'' \sin z^{IV} \\ \vdots \quad & \quad \vdots \end{aligned}$$

oder in

$$\sin z' : \sin z'' = n' : n$$
$$\sin z''' : \sin z^{IV} = n'' : n'$$
$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

Aus den Dreiecken $Ad''C$, $d''d'C$ (Fig. 2) findet man

$$\sin z^{IV} : \sin \theta = a : r'$$
$$\sin z'' : \sin z''' = r' : r$$
$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

Werden diese und die vorigen Proportionen zusammengesetzt, so ergiebt sich

$$\sin z' : \sin \theta = n''.a : n.r$$

oder

$$\sin z' = \frac{n''.a \sin \theta}{n.r}.$$

Dies ist eine allgemeine Relation für den Weg eines Lichtstrahls von d' nach A innerhalb der Atmosphäre.

n ist das Brechungsvermögen der Luft im Anfangspunkte d'; n'' das Brechungsvermögen im Endpunkte A; $r, r' \ldots\ldots a$ sind die Entfernungen der Punkte $d', d'' \ldots\ldots A$ vom Centrum der Erde, also $r - a$ der Höhenunterschied zwischen d' und A. $180° - z'$ ist die Zenithdistance der Richtung des ersten Elementes der Curve, oder ihrer Tangente im Anfangspunkte, und θ ist die Zenithdistance der Tangente der Curve im Endpunkte.

Da das Brechungsvermögen der Luftschichten von oben nach unten zunimmt, so wird der Weg des Strahles eine gegen die Erde stetig gekrümmte Curve.

Das Brechungsvermögen n der trockenen Luft ist von ihrer Dichtigkeit abhängig. Nach Biot (Traité de Physique Tom. III, p. 266) hat man

$$P\rho = n^2 - 1$$

wo ρ die Dichtigkeit und P die strahlenbrechende Kraft der Luft bedeuten.

Ganz analog ist auch $\quad P(\rho) = n''^2 - 1.$

Man erhält daher $\quad n = \sqrt{1 + P\rho}; \quad n'' = \sqrt{1 + P(\rho)}.$

Diese Werthe in den Ausdruck von $\sin z'$ gesetzt geben

3. .... $$\sin z' = \frac{a \sin \theta \sqrt{1 + P(\rho)}}{r \sqrt{1 + P\rho}}.$$

Zieht man jetzt nach dem Wege des Lichtstrahls dA (Fig. 3) zwei Radien r und $r + dr$, unendlich nahe an einander und bezeichnet man den Winkel ACd' durch u; den Winkel $d'Cd$ durch du; den Abstand AC vom Centrum der Erde durch a, so erhält man, wenn von d' auf dC ein Perpendikel $d'e$ gefällt wird, aus dem unendlich kleinen Dreiecke, in welchem nach dem Früheren $z = z'$ ist,

$$\operatorname{tg} z' = \frac{d'e}{de} = \frac{rdu}{dr}.$$

Verwandelt man in **3** den Sinus in die Tangente so wird

$$\operatorname{tg} z' = \frac{\frac{a}{r}\sin\theta\sqrt{\frac{1+P(\rho)}{1+P\rho}}}{\sqrt{1-\frac{a^2}{r^2}\sin^2\theta.\frac{1+P(\rho)}{1+P\rho}}}.$$

Beide Werthe von $\operatorname{tg} z'$ einander gleich gesetzt geben folgende Differentialgleichung für den Weg des Strahles von d' nach A:

$$\mathbf{4.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad du = \frac{dr\sin\theta}{r\sqrt{\left(\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P(\rho)}-\sin^2\theta\right)}}.$$

Wenn sich zwei Luftmassen bei 0° unter dem Drucke B gleichhoher Quecksilbersäulen bei 0° befinden, so haben die Luftmassen gleiche Dichtigkeiten (ρ). Giebt man aber bei unverändertem Drucke der einen Luftmasse die Temperatur t, der andern die Temperatur t', so ändern sich ihre Dichtigkeiten und stehen im umgekehrten Verhältniss ihrer Volumina. Wenn m die räumliche Ausdehnung der Luft für einen Grad des Thermometers in Theilen des Volumens bei 0° bedeutet, so sind $1+mt$ und $1+mt'$ die Volumina bei den Temperaturen t und t'. Nennt man nun ρ und ρ' die zugehörigen Dichtigkeiten, so findet die Gleichung

$$\rho(1+mt) = \rho'(1+mt')$$

statt.

Aendert man jetzt den Druck dieser Luftmassen unter Beibehaltung der Temperaturen t und t' und giebt ihnen die Barometerhöhen b und b', so verhalten sich nunmehr ihre Dichtigkeiten direct wie die Barometerhöhen, und man erhält:

$$\mathbf{5.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \rho(1+mt)b' = \rho'(1+mt')b.$$

Dieser Ausdruck gilt für trockene Luft. Die Luft im Freien enthält aber stets mehr oder weniger Wasserdampf, dessen Dichtigkeit geringer ist als die der Luft. Bei gleichem Druck und gleicher Temperatur ist seine Dichtigkeit $=\frac{10}{15{,}224}$ oder nahe $\frac{2}{3}$ von der der trockenen Luft. Bedeuten daher e' und e die in Barometerhöhen ausgedrückten Expansionen des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes, so wird man anstatt b' und b setzen müssen $b'-\frac{1}{3}e'$ und $b-\frac{1}{3}e$ um die Dichtigkeiten ρ und ρ' auf trockene Luft zu reduciren. Die Dichtigkeiten ρ und ρ' erleiden also bezüglich des Wasserdampfes eine kleine Verminderung. Die strahlenbrechende Kraft des Wasserdampfes ist dagegen grösser als die der trockenen Luft; es fehlt aber an ausreichenden Bestimmungen, um in ähnlicher Weise von der Vergrösserung, die die strahlenbrechende Kraft P dadurch erleidet, Rechnung tragen zu können. Ueber diese Schwierigkeit ist deshalb nicht anders hinweg zu kommen, als durch die Annahme, dass sich die bei ρ und P entgegengesetzten Wirkungen des Wasserdampfes gegenseitig aufheben, so dass das Product $P\rho$ ungeändert bleibe.

Unter dieser Annahme können nun die bisherigen Folgerungen auf atmosphärische Luft im natürlichen Zustande übertragen werden.

In dem obigen Ausdruck ist die Einheit von ϱ und ϱ' die Dichtigkeit des Quecksilbers bei 0°. Die Barometerhöhen haben ebenfalls 0° oder müssen darauf reducirt werden. Will man als Einheit die Dichtigkeit des Wassers bei 0° einführen, und nennt man d und d' die nach dieser Einheit gemessenen Dichtigkeiten der Luft, und Q das specifische Gewicht des Quecksilbers, so ist

$$\varrho = \frac{d}{Q}; \quad \varrho' = \frac{d'}{Q}.$$

Die Schwere, welche bisher als überall gleich angenommen wurde, erleidet aber unter verschiedenen Breiten und in verschiedenen Höhen kleine Aenderungen, die berücksichtigt werden müssen. Als Einheit wird diejenige Intensität der Schwere, welche unter 45° Breite im Niveau des Meeres stattfindet, angenommen und hier durch (g) bezeichnet.

Bei verschiedenen Intensitäten der Schwere stehen die Barometerhöhen mit denselben im umgekehrten Verhältniss. Sind daher b und b' zwei Barometerhöhen, g die Schwere von b und (g) die von b' unter 45° Breite, so hat man

$$bg = b'(g) \text{ oder } b' = \frac{bg}{(g)}.$$

Hieraus folgt, dass b in Gl. **5** mit $\frac{g}{(g)}$ multiplicirt werden muss, wenn es mit b' auf die Schwere unter 45° Breite gebracht werden soll. Ist aber b' nicht unter 45°, sondern unter einer andern Polhöhe gemessen, unter welcher die Intensität der Schwere G war, so wird $b' = \frac{bg}{G}$ sein.

Die Intensitäten der Schwere in verschiedenen Höhen einer und derselben Lothlinie, deren Polhöhe φ ist, stehen im umgekehrten Verhältniss der Quadrate der Entfernung vom Centrum der Erde. Sind daher r und a die Entfernungen für g und G, so ist

$$\frac{g}{G} = \frac{a^2}{r^2} = \frac{1}{\left(1 + \frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

In Bezug auf die Polhöhe nimmt die Schwere gegen den Aequator hin ab, gegen den Pol hin zu und ist den Längen des Secundenpendels proportional. Ist diese Länge $= l$ unter der Polhöhe φ und $= (l)$ unter der Polhöhe von 45°, so erhält man

$$G(l) = (g)l$$

also

$$G = (g)\frac{l}{(l)} = (g)(1 - \beta \cos 2\varphi).$$

Wird der für G hier gefundene Werth oben eingeführt, so ergiebt sich

$$\frac{g}{(g)} = \frac{1 - \beta \cos 2\varphi}{\left(1 + \frac{r-a}{a}\right)^2}$$

und dies ist der Factor, mit welchem b in Gl. **5** multiplicirt werden muss, um die Gewichte der Quecksilbersäulen auf gleiche Intensitäten der Schwere zu reduciren; die Gl. **5** geht daher über in

$$\rho(1+mt)b' = \rho'(1+mt')\,\frac{b(1-\beta\cos 2\varphi)}{\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

Wird $t'=0$, $b'=B$ = der Barometerhöhe im Niveau des Meeres bei 0°; so wird $\rho'=(\rho)$ = der Dichtigkeit der Luft bei 0° im Niveau des Meeres, oder

$$\rho = \frac{(\rho)\,b\,(1-\beta\cos 2\varphi)}{B(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

Nach den Bestimmungen der Dichtigkeit der Luft gegen Quecksilber von Biot wird $\frac{(\rho)}{B}$ eine constante Grösse[1]) und $=\frac{1}{4081{,}56}$ für B in Toisen. Bezeichnet man dieselbe unter 45° Breite durch N und versteht man unter b die bereits auf die Schwere von 45° reducirte Barometerhöhe, so geht die vorige Gleichung über in

$$\rho = \frac{bN}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

Für eine andere Dichtigkeit ρ' und die zugehörigen Werthe von b' und t', welche in der Entfernung a vom Centrum der Erde stattfinden, wird $r=a$ und man erhält

$$\textbf{6.}\ \dots\dots\dots\ \rho' = \frac{b'N}{1+mt'}.$$

Werden in diesen beiden Ausdrücken die Werthe von N einander gleich gesetzt, so findet man

$$\textbf{7.}\ \dots\dots\dots\ \frac{1}{b} = \frac{\rho'(1+mt')}{b'\rho(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

Da die Quecksilbersäule im Barometer der darüber befindlichen Luftsäule das Gleichgewicht hält, so wird bei dem Aufsteigen das Barometer um so viel fallen, wie das in Quecksilberhöhe ausgedrückte Gewicht der durchstiegenen Luftsäule beträgt. Zwischen der unendlich kleinen Veränderung der Barometerhöhe db und der zugehörigen Höhenänderung dr wird daher die Gleichung stattfinden

$$db = -\rho dr = -\left(\frac{d}{Q}\right) dr$$

wo die Einheit von ρ die Dichte des Quecksilbers bei 0°, die Einheit von d die Dichte des Wassers bei 0° ist.

---

1) Es ist zu bemerken, dass der Barometerstand B im Niveau des Meeres ebenfalls mit der Polhöhe veränderlich ist und dass allgemein $\frac{\rho}{B(1-\cos 2\varphi)} = N$ und daher $\frac{\rho}{B} = N(1-\cos 2\varphi)$ ist, wenn es für die Polhöhe φ gelten soll.

Diese Gleichung mit der Gleichung 7 multiplicirt giebt

$$\frac{db}{b} = -\frac{\rho'(1+mt')}{b'} \cdot \frac{dr}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}.$$

Hieraus folgt durch Integration und weil nach 6 der constante Theil $= N$ ist

$$\log b = -N\int\frac{dr}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2} + \text{Const.}$$

Da an der untern Station, oder im Standpunkte, $r = a$ und $b = b'$ werden muss, so folgt const $= \log b'$ und das vollständige Integral

8. . . . . $\log\frac{b}{b'} = -N\int\frac{dr}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}$ oder

9. . . . . $b = b' . e^{-N\int\frac{dr}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}}.$

Wird dieser Ausdruck mit der Gl. 7 multiplicirt, so erhält man

10. . . . $\rho(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2 = \rho'(1+mt')e^{-N\int\frac{dr}{(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2}}.$

Um diesen Ausdruck integrabel zu machen, muss der Uebergang von der Temperatur t' im Standpunkte, zu der Temperatur t am Object ermittelt und als Function des Höhenunterschiedes dargestellt werden.

Denkt man sich die Atmosphäre vom Niveau des Meeres an in gleiche concentrische Schichten getheilt von der Höhe $r-a$, und bezeichnet man mit t' die Temperatur im Niveau des Meeres, mit t die Temperatur am Ende der ersten Schicht; so ist $\frac{t-t'}{r-a} = \alpha$ die Wärmeabnahme in dieser Schicht. Die Wärme der Erde nimmt mit der Tiefe stark zu. Dies deutet darauf hin, dass ihre Temperatur im Innern so hoch sein müsse, dass das Spiel der Sonnenwärme an ihrer Oberfläche gering dagegen erscheint. Im allgemeinen wird man also die Erde als eine warme Kugel mit einer ausserordentlich hohen Temperatur in ihrem Innern ansehen müssen.

Die Wärmestrahlen, welche die Erde in den Weltraum sendet, gehen aber nach allen Richtungen wie die Radien einer Kugel auseinander, daher wird die Wärmeabnahme zu dem Abstande von der Wärmequelle in einem quadratischen Verhältniss wachsen. Bedeutet daher α die Wärmeabnahme in dem Abstande a von der Wärmequelle, so wird es in dem Abstande r übergehen in $\frac{\alpha r^2}{a^2}$. Wir erhalten demnach allgemein

$$\frac{t-t'}{r-a} = \frac{\alpha r^2}{a^2} = \alpha + 2\alpha\left(\frac{r-a}{a}\right) + \alpha\left(\frac{r-a}{a}\right)^2.$$

Da $\frac{\alpha}{a^2}$ eine sehr kleine Grösse ist, so kann das damit behaftete Glied vernachlässigt werden, so dass man hat

$$\mathbf{11.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots t - t' = \alpha(r-a) + \frac{2\alpha}{a}(r-a)^2.$$

Hieraus findet man leicht

$$1 + mt = 1 + mt' + m\alpha(r-a) + \frac{2m\alpha}{a}(r-a)^2.$$

Jetzt könnte man durch blose Division den Werth $\frac{1}{1+mt}$ nach den Potenzen von $\frac{r-a}{a}$ entwickeln, nachdem man auf der rechten Seite jedes damit behaftete Glied durch a dividirt und multiplicirt hat, und dann die Integration ausführen; allein man kann auch das Product

$$(1+mt)\left(1+\frac{r-a}{a}\right)^2 = 1 + mt' + \left[m\alpha + \frac{2(1+mt')}{a}\right](r-a) + \left[\frac{4m\alpha}{a} + \frac{1+mt'}{a^2}\right](r-a)^2$$

bilden, wo die mit der noch kleineren Grösse $\frac{m\alpha}{a^2}$ behafteten Glieder fort gelassen sind.

Wird $p = m\alpha + \frac{2(1+mt')}{a}$; $q = \frac{4m\alpha}{a} + \frac{1+mt'}{a^2}$ gesetzt, so geht dieses Product über in $1 + mt' + p(r-a) + q(r-a)^2$. Setzt man diesen Werth desselben in die Gl. **10**, so geht diese über in

$$\rho = \frac{\rho'(1+mt')}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2} \cdot e^{-N\int\frac{dr}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2}}.$$

Da α oder die Wärmeabnahme negativ ist, so wird $4(1+mt')q - p^2$ negativ, folglich ist $p^2 - 4(1+mt')q = n$ positiv. Das Integral ist daher ein logarithmisches, und man findet

$$\int\frac{dr}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2} = \frac{1}{\sqrt{n}}\log\frac{2q(r-a)+p-\sqrt{n}}{2q(r-a)+p+\sqrt{n}} + \text{Const.}$$

Da es von a anfängt, so muss es für diesen Werth von r verschwinden; daher ist Const. $= -\frac{1}{\sqrt{n}}\log\frac{p-\sqrt{n}}{p+\sqrt{n}}$ und das vollständige Integral

$$= \frac{1}{\sqrt{n}}\log\frac{2q(r-a)(p+\sqrt{n})+(p-\sqrt{n})(p+\sqrt{n})}{2q(r-a)(p-\sqrt{n})+(p-\sqrt{n})(p+\sqrt{n})}.$$

Nun ist $(p-\sqrt{n})(p+\sqrt{n}) = p^2 - n = 4(1+mt')q$. Dividirt man mit diesem Werth unten und oben, so geht der vorige Ausdruck über in

$$\frac{1}{\sqrt{n}}\log\left\{\frac{1+\frac{p+\sqrt{n}}{2(1+mt')}(r-a)}{1+\frac{p-\sqrt{n}}{2(1+mt')}(r-a)}\right\}$$

und wenn $w = \frac{p+\sqrt{n}}{2(1+mt')}$; $v = \frac{p-\sqrt{n}}{2(1+mt')}$ gesetzt wird, in $\frac{1}{\sqrt{n}}\log\left(\frac{1+w(r-a)}{1+v(r-a)}\right)$.

Man findet daher

$$e^{-N\int\frac{dr}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2}}=\left(\frac{1+v(r-a)}{1+w(r-a)}\right)^{\frac{N}{\sqrt{n}}}.$$

Wird dieser Werth in die Gl. **9** gesetzt so erhält man

12. .... $$\frac{b}{b'}=\left(\frac{1+v(r-a)}{1+w(r-a)}\right)^{\frac{N}{\sqrt{n}}}.$$

Diese Gleichung drückt die Relation aus, welche zwischen dem Höhenunterschiede, den Barometerständen an der untern und oberen Station und den zugehörigen Temperaturen stattfindet; es ist also eine neue Formel für die Höhenmessung mit dem Barometer und giebt den Höhenunterschied

$$r-a=\frac{\left(\frac{b}{b'}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N}}-1}{v-w\left(\frac{b}{b'}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N}}}.$$

An der Grenze der Atmosphäre ist $b=0$, daher ist die Höhe der Atmosphäre

$$H=r-a=\frac{-1}{v}=\frac{-2(1+mt')}{p-\sqrt{n}}.$$

Setzt man den Werth des oben gefundenen Integrals in die Gl. **10** so wird

$$\rho=\frac{\rho'(1+mt')\,[1+w(r-a)]^{-\frac{N}{\sqrt{n}}}\,.\,[1+v(r-a)]^{\frac{N}{\sqrt{n}}}}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2}.$$

Es ist aber

$$\frac{1+mt'}{1+mt'+p(r-a)+q(r-a)^2}=\frac{4(1+mt')q}{[2q(r-a)+p-\sqrt{n}]\,[2q(r-a)+p+\sqrt{n}]}.$$

Multiplicirt man auf der rechten Seite unten und oben mit

$$(p+\sqrt{n})(p-\sqrt{n})=4(1+mt')q$$

so geht dieser Ausdruck über in

$$\frac{[4(1+mt')q]^2}{[2q(r-a)(p+\sqrt{n})+4(1+mt')q]\,[2q(r-a)(p-\sqrt{n})+4(1+mt')q]}=\frac{1}{[1+w(r-a)]\,[1+v(r-a)]}$$

und man erhält

13. .... $$\rho=\rho'\frac{[1+v(r-a)]^{\frac{N}{\sqrt{n}}-1}}{[1+w(r-a)]^{\frac{N}{\sqrt{n}}+1}}.$$

Diese Gleichung stellt die Dichtigkeit der Luft in der Höhe $r-a$ über dem Meere dar, wenn die Dichtigkeit im Standpunkte ρ' ist. An der Grenze der Atmosphäre ist $\rho=0$; man findet daher für die Höhe der Atmosphäre eben so wie oben $r-a=-\frac{1}{v}$.

Hätte man die Wärmeabnahme einfach der Höhe proportional angenommen, so wäre $q=0$ gewesen und man hätte

$$\int\frac{dr}{1+mt'+p(r-a)}=\frac{1}{p}\log\left[1+\frac{p}{1+mt'}\cdot(r-a)\right]$$

und
$$e^{-N\int\frac{dr}{1+mt'+p(r-a)}}=\left[1+\frac{p}{1+mt'}\cdot(r-a)\right]^{-\frac{N}{p}},\text{ daher}$$

$$\textbf{11.}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\frac{b}{b'}=\left[1+\frac{p}{1+mt'}\cdot(r-a)\right]^{-\frac{N}{p}}$$

und
$$\rho=\rho'\left[1+\frac{p}{1+mt'}\cdot(r-a)\right]^{-\left(\frac{N}{p}+1\right)}\text{ gefunden.}$$

So lange p positiv bleibt, d. h. bei Wärmezunahme von unten nach oben, verschwinden diese Ausdrücke für $b=0$ und $\rho=0$ erst bei einem unendlichen Werthe von $r-a$, und daraus folgt, dass die Atmosphäre für diese Annahme keine Grenze hat.

Ist dagegen p negativ, wie es bei Wärmeabnahme von unten nach oben der Fall ist, so findet man für $b=0$ und $\rho=0$ die Höhe der Atmosphäre

$$H=r-a=-\left(\frac{1+mt'}{p}\right).$$

Dieser Werth ist grösser als der, welcher aus Gl. **12** hervorgegangen ist.

Bei Wärmeabnahme muss die Atmosphäre eine Grenze haben, die da liegt, wo der Ausdruck eines Luftvolumens $v(1-mt)=0$ wird. Diesen Ausdruck kann man mit Recht anfechten; allein so lange er beibehalten wird, bedingt er die Grenze.

Für Höhen, welche im Verhältniss zu der Höhe der Atmosphäre nicht sehr gross sind, wird die Voraussetzung, dass die Wärmeabnahme der Höhe proportional sei, zulässiger werden. Unter dieser Annahme giebt die Gl. **11** für barometrische Höhenmessungen den einfacheren Ausdruck

$$\textbf{15.}\ldots\ldots r-a=\frac{1+mt'}{p}\left[\left(\frac{b}{b'}\right)^{-\frac{p}{N}}-1\right]=\frac{1+mt'}{p}\left[\left(\frac{b'}{b}\right)^{\frac{p}{N}}-1\right].$$

Setzt man in Gl. **13** $\frac{N}{\sqrt{n}}=\varepsilon$ und $v(r-a)=x$, wo, insofern v negativ ist, auch x negativ sein muss, und woraus $r-a=\frac{x}{v}$ und $dr=\frac{dx}{v}$ folgt; so geht diese Gleichung dadurch über in

16. . . . . $\rho = \rho' \left(1 + \frac{w}{v} x\right)^{-(\varepsilon+1)} \cdot \left(1 + x\right)^{\varepsilon - 1}.$

Wir hatten $-\frac{1}{v} = H = r - a$ gleich der Höhe der Atmosphäre gefunden, daher ist $vH = -1$, also x der Höhenunterschied ausgedrückt in Theilen der Höhe der Atmosphäre. Die Werthe von x liegen daher zwischen 0 und 1, und da beide Exponenten grösser als 1 sind, so lassen sich beide Factoren in convergente Reihen entwickeln.

$$\left(1 + \frac{w}{v} x\right)^{-(\varepsilon+1)} = 1 - M_1 \frac{w}{v} x + M_2 \left(\frac{w}{v}\right)^2 x^2 - M_3 \left(\frac{w}{v}\right)^3 x^3 + M_4 \left(\frac{w}{v}\right)^4 x^4 \ldots\ldots$$

$$\left(1 + x\right)^{\varepsilon - 1} = 1 + N_1 x + N_2 x^2 + N_3 x^3 + N_4 x^4 - \ldots\ldots$$

wo $$M_1 = \varepsilon + 1;\; M_2 = \frac{(\varepsilon+1).(\varepsilon+2)}{1.2};\; M_3 = \frac{(\varepsilon+1).(\varepsilon+2).(\varepsilon+3)}{1.2.3} \ldots\ldots$$

$$N_1 = \varepsilon - 1;\; N_2 = \frac{(\varepsilon-1).(\varepsilon-2)}{1.2};\; N_3 = \frac{(\varepsilon-1).(\varepsilon-2).(\varepsilon-3)}{1.2.3} \ldots\ldots$$

Werden beide Reihen mit einander multiplicirt, $\frac{w}{v} = w_1$ gesetzt und die Coefficienten der steigenden Potenzen von x mit e_0, f_0, $g_0 \ldots$ bezeichnet, so findet man:

$$\begin{aligned}
e_0 &= -M_1 w_1 + N_1 \\
f_0 &= +M_2 w_1^2 - N_1 M_1 w_1 + N_2 \\
g_0 &= -M_3 w_1^3 + N_1 M_2 w_1^2 - N_2 M_1 w_1 + N_3 \\
h_0 &= +M_4 w_1^4 - N_1 M_3 w_1^3 + N_2 M_2 w_1^2 - N_3 M_1 w_1 + N_4 \\
i_0 &= -M_5 w_1^5 + N_1 M_4 w_1^4 - N_2 M_3 w_1^3 + N_3 M_2 w_1^2 - N_4 M_1 w_1 + N_5. \\
&\vdots \qquad \vdots
\end{aligned}$$

Für Wärmeabnahme ist v und also auch w_1 negativ, daher werden alle Glieder der vorhergehenden Ausdrücke positiv, so dass man bei der Berechnung derselben nicht weiter auf die Zeichen zu achten braucht. Da aber nach dem Früheren x selbst negativ ist, so erhalten alle Coefficienten der ungeraden Potenzen von x das Zeichen Minus. Auf diese Weise findet man

17. . . . . $\rho = \rho'(1 + e_0 x + f_0 x^2 + g_0 x^3 + h_0 x^4 + \ldots\ldots)$

und hieraus bildet man leicht

$$\frac{1 + P\rho}{1 + P\rho'} = 1 + \frac{P\rho'}{1 + P\rho'} (e_0 x + f_0 x^2 + g_0 x^3 + \ldots).$$

Wird $\frac{P\rho'}{1+P\rho'} \cdot e_0 = e$; $\frac{P\rho'}{1+P\rho'} \cdot f_0 = f$ u. s. w. gesetzt und der ganze Ausdruck mit $\frac{r^2}{a^2} = 1 + \frac{2x}{va} + \frac{x^2}{v^2a^2}$ multiplicirt, (wo $\frac{x}{va}$ positiv ist und wo, nachdem das Zeichen von x

*

auf die Coefficienten übertragen wurde, x und also auch $\frac{1}{va}$ hier und in der Folge positiv zu nehmen sind; oder: wenn x positiv genommen wird, so muss $-\frac{1}{va}$ gesetzt werden und da v negativ ist, so wird $\frac{1}{va}$ allgemein positiv$\Big)$, so erhält man

$$\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P\rho'}-\sin^2\theta=\cos^2\theta+e'x+f'x^2+g'x^3+h'x^4+\ldots\ldots$$

wo

$$\begin{aligned}e' &= e+\frac{2}{va}\\ f' &= f+\frac{2e}{va}+\frac{1}{v^2a^2}\\ g' &= g+\frac{2f}{va}+\frac{e}{v^2a^2}\\ h' &= h+\frac{2g}{va}+\frac{f}{v^2a^2}.\\ &\vdots\end{aligned}$$

Wird dieser Werth in die Gl. 4 gesetzt und berücksichtigt dass $dr=\frac{dx}{v}$ und $r=a+r-a$ $=a\left(1+\frac{x}{va}\right)$ ist, so ergiebt sich

$$\textbf{18.}\ldots du=\frac{dx\sin\theta}{va\left(1+\frac{x}{va}\right)}(\cos^2\theta+e'x+f'x^2+g'x^3+h'x^4\ldots\ldots)^{-\frac{1}{2}}.$$

Man kann auch $1+\frac{x}{va}$ unter das Wurzelzeichen bringen und die Grösse unter demselben mit $1+\frac{2x}{va}+\frac{x^2}{v^2a^2}$ multipliciren. Bezeichnet man dann die zugehörigen Coefficienten von x durch e'', f'', $g''\ldots$ so wird

$$\begin{aligned}e'' &= e'+\frac{2\cos^2\theta}{va}\\ f'' &= f'+\frac{2e'}{va}+\frac{\cos^2\theta}{v^2a^2}\\ g'' &= g'+\frac{2f'}{va}+\frac{e'}{v^2a^2}\\ h'' &= h'+\frac{2g'}{va}+\frac{f'}{v^2a^2}\\ &\vdots\end{aligned}$$

und man erhält

$$\textbf{19.}\ldots du=\frac{dx\sin\theta}{va}(\cos^2\theta+e''x+f''x^2+g''x^3+h''x^4+\ldots\ldots)^{-\frac{1}{2}}.$$

Setzt man im ersten Ausdrucke $Y=e'x+f'x^2+g'x^3+\ldots\ldots$

» » » zweiten » $Y'=e''x+f''x^2+g''x^3+\ldots\ldots$ und dividirt und multiplicirt man mit $\cos^2\theta$ so gehen diese Ausdrücke über in

$$du=\frac{tg\,\theta.dx}{va\left(1+\frac{x}{va}\right)}\left(1+\frac{Y}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$du=\frac{tg\,\theta.dx}{va}\left(1+\frac{Y'}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

Die Entwickelung der Wurzelgrösse giebt

$$\left(1+\frac{Y}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1-\frac{1}{2}\frac{Y}{\cos^2\theta}+\frac{1.3}{2.4}\frac{Y^2}{\cos^4\theta}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{Y^3}{\cos^6\theta}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{Y^4}{\cos^8\theta}-\dots$$

Für $Y^2 = e_2x^2+f_2x^3+g_2x^4+h_2x^5+\dots$ ist

$$\begin{aligned}
e_2 &= e'e' & i_2 &= 2e'i'+2f'h'+g'g' \\
f_2 &= 2e'f' & k_2 &= 2e'k'+2f'i'+2g'h' \\
g_2 &= 2e'g'+f'f' & l_2 &= 2e'l'+2f'k'+2g'i'+h'h' \\
h_2 &= 2e'h'+2f'g' & &\vdots \\
&\vdots
\end{aligned}$$

Für $Y^3 = e_3x^3+f_3x^4+g_3x^5+h_3x^6+\dots$ ist

$$\begin{aligned}
e_3 &= e_2e' \\
f_3 &= e'f_2+f'e_2 \\
g_3 &= e'g_2+f'f_2+g'e_2 \\
h_3 &= e'h_2+f'g_2+g'f_2+h'e_2 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

Für $Y^4 = e_4x^4+f_4x^5+g_4x^6+h_4x^7+\dots$ ist

$$\begin{aligned}
e_4 &= e_2e_2 \\
f_4 &= 2e_2f_2 \\
g_4 &= 2e_2g_2+f_2f_2 \\
&\vdots
\end{aligned}$$

Die Coefficienten der Potenzen von Y' findet man, indem man für $e', f', g' \dots e'', f'', g'' \dots$ setzt.

Da $\frac{1}{1+\frac{x}{va}} = 1-\frac{x}{va}+\frac{x^2}{v^2a^2}-\dots$, so ist $\left(1+\frac{Y}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}$ damit zu multipliciren und dann die Integration einfach auszuführen.

$$\begin{aligned}
\int dx &= x \\
\int dx\,Y &= \frac{e'x^2}{2}+\frac{f'x^3}{3}+\frac{g'x^4}{d}+\dots = E_2 \quad \text{für } Y' \text{ erhält man ebenso } E_2 \\
\int dx\,Y^2 &= \frac{e_2x^3}{3}+\frac{f_2x^4}{4}+\frac{g_2x^5}{5}+\dots = E^2_3 \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad E^2_3 \\
\int dx\,Y^3 &= \frac{e_3x^4}{4}+\frac{f_3x^5}{5}+\frac{g_3x^6}{6}+\dots = E^3_4 \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad E^3_4 \\
\int dx\,Y^4 &= \frac{e_4x^5}{5}+\frac{f_4x^6}{6}+\frac{g_4x^7}{7}+\dots = E^4_5 \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad E^4_5
\end{aligned}$$

$$\int x dx = \frac{x^2}{2} \qquad \int x^2 dx = \frac{x^3}{3}$$

$$\int x dx Y = E_3 = \frac{e'x^3}{3} + \frac{f'x^4}{4} + \ldots \qquad \int x^2 dx Y = E_4 = \frac{e'x^4}{4} + \frac{f'x^5}{5} + \ldots.$$

$$\int x dx Y^2 = E^2_4 = \frac{e_2 x^4}{4} + \frac{f_2 x^5}{5} + \ldots \qquad \int x^2 dx Y^2 = E^2_5 = \frac{e_2 x^5}{5} + \frac{f_2 x^6}{6} + \ldots.$$

$$\int x dx Y^3 = E^3_5 = \frac{e_3 x^5}{5} + \frac{f_3 x^6}{6} + \ldots \qquad \int x^2 dx Y^3 = E^3_6 = \frac{e_3 x^6}{6} + \frac{f_3 x^7}{7} + \ldots.$$

$$\int x dx Y^4 = E^4_6 = \frac{e_4 x^6}{6} + \frac{f_4 x^7}{7} + \ldots \qquad \int x^2 dx Y^4 = E^4_7 = \frac{e_4 x^7}{7} + \frac{f_4 x^8}{8} + \ldots.$$

Für $x = 0$ verschwinden sämmtliche Integrale; für $x = 1$ gelten sie vom Anfangspunkt bis zur Grenze der Atmosphäre.

Diese Werthe eingeführt geben für den ersten Ausdruck

$$\mathbf{20.} \ldots u = \frac{tg\theta}{va}\Big[x - \frac{1}{2}\frac{E_2}{\cos^2\theta} + \frac{1.3}{2.4}\frac{E^2_3}{\cos^4\theta} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{E^3_4}{\cos^6\theta} + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{E^4_5}{\cos^8\theta} - \ldots.$$
$$- \frac{1}{va}\left(\frac{x^2}{2} - \frac{1}{2}\frac{E_3}{\cos^2\theta} + \frac{1.3}{2.4}\frac{E^2_4}{\cos^4\theta} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{E^3_5}{\cos^6\theta} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1}{v^2 a^2}\left(\frac{x^3}{3} - \frac{1}{2}\frac{E_4}{\cos^2\theta} + \frac{1.3}{2.4}\frac{E^2_5}{\cos^4\theta} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{E^3_6}{\cos^6\theta} + \ldots\right)\Big]$$

und für den zweiten

$$\mathbf{21.} \ldots u = \frac{tg\theta}{va}\left[x - \frac{1}{2}\frac{\mathrm{E}_2}{\cos^2\theta} + \frac{1.3}{2.4}\frac{\mathrm{E}^2_3}{\cos^4\theta} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{\mathrm{E}^3_4}{\cos^6\theta} + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{\mathrm{E}^4_5}{\cos^8\theta} - \ldots\right].$$

Beide Gleichungen gelten von $\theta = 0$ bis $\theta = 80°$ oder $82°$. Es darf aber nicht übersehen werden, dass in der letzten Gleichung die Coefficienten e'' und f'' von $\cos\theta$ abhängig sind. Für terrestrische Verhältnisse und wenn x ein solcher Bruchtheil von der ganzen Höhe der Atmosphäre ist, dass alle Glieder von x^4 an verschwinden, erhält man aus der letzten Gleichung

$$u = \frac{tg\theta}{va}\left[x - \frac{e''x^2}{4\cos^2\theta} + \left(\frac{e''e''}{8\cos^4\theta} - \frac{f''}{6\cos^2\theta}\right)x^3\right]$$

Multiplicirt man den Coefficienten von x^2 mit v, den von x^3 mit v^2 und schreibt man für $\frac{x}{v}$ seinen Werth $r - a$, so findet man

$$u = \frac{tg\theta}{a}\left\{r - a - \frac{ve''}{4\cos^2\theta}(r-a)^2 + \left[\frac{v^2 e'' e''}{8\cos^4\theta} - \frac{v^2 f''}{6\cos^2\theta}\right](r-a)^3\right\}$$

oder für u in Theilen des Radius a

$$u = tg\,\theta\left\{\frac{r-a}{a} - \frac{ave''}{4\cos^2\theta}\left(\frac{r-a}{a}\right)^2 + \left[\frac{a^2 v^2 e'' e''}{8\cos^4\theta} - \frac{a^2 v^2 f''}{6\cos^2\theta}\right]\left(\frac{r-a}{a}\right)^3\right\}$$

eine Relation zwischen der Entfernung, dem Höhenunterschiede und der Zenithdistance von zwei terrestrischen Objecten. Setzt man $\frac{ave''}{2} = \beta$; $a^2 v^2 f'' = \gamma$, so sind β und γ, wie später gezeigt werden wird, die terrestrischen Coefficienten und man erhält

$$\mathbf{22.} \ldots\ldots u = tg\,\theta\left\{\frac{r-a}{a} - \frac{\beta\left(\frac{r-a}{a}\right)^2}{2\cos^2\theta} + \left[\frac{\beta^2}{2\cos^4\theta} - \frac{\gamma}{6\cos^2\theta}\right]\left(\frac{r-a}{a}\right)^3\right\}.$$

Diese Gleichung kann gebraucht werden, um eine grosse bekannte Höhe als Grundlinie zur Bestimmung von Entfernungen zu benutzen. Sieht man z. B. von einer solchen Höhe die Küste des Meeres und hat die Zenithdistance dahin gemessen, so giebt die Gleichung die Entfernung des beobachteten Küstenpunktes, wobei zu bemerken, dass in diesem Fall θ grösser als 90° und $r - a$ negativ ist. Der umgekehrte Fall ist, wenn man an der Küste eine entfernte Bergspitze beobachtete.

Wenn für astronomische Verhältnisse die Zenithdistance θ grösser als 80° ist, dann muss folgendes Verfahren eingeschlagen werden.

Man setze in Gl. **19** $X = \cos^2\theta + e''x$ und $Y = f''x^2 + g''x^3 + h''x^4 \ldots.$ und entwickele für diese Annahme den Werth in der Klammer Gl. **19** nach dem binomischen Satz, so erhält man

$$(X+Y)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{X^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}\frac{Y}{X^{\frac{3}{2}}} + \frac{1.3}{2.4}\frac{Y^2}{X^{\frac{5}{2}}} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{Y^3}{X^{\frac{7}{2}}} + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{Y^4}{X^{\frac{9}{2}}} - \ldots..$$

Es sei $Y^2 = Fx^4 + Gx^5 + Hx^6 + Ix^7 + Kx^8 + \ldots$ so findet man

$$\begin{aligned} F &= f''f'' & K &= 2f''k'' + 2g''i'' + h''h'' \\ G &= 2f''g'' & L &= 2f''l'' + 2g''k'' + 2h''i'' \\ H &= 2f''h'' + g''g'' & M &= 2f''m'' + 2g''l'' + 2h''k'' + i''i'' \\ I &= 2f''i'' + 2g''h'' & &\vdots \qquad \vdots \end{aligned}$$

Für $Y^3 = F_1x^6 + G_1x^7 + H_1x^8 + I_1x^9 + K_1x^{10} \ldots.$ wird

$$\begin{aligned} F_1 &= Ff'' \\ G_1 &= Gf'' + Fg'' \\ H_1 &= Hf'' + Gg'' + Fh'' \\ I_1 &= If'' + Hg'' + Gh'' + Fi'' \\ K_1 &= Kf'' + Ig'' + Hh'' + Gi'' + Fk'' \\ &\vdots \qquad \vdots \end{aligned}$$

Für $Y^4 = F_2x^8 + G_2x^9 + H_2x^{10} + \ldots.$ wird

$$\begin{aligned} F_2 &= FF \\ G_2 &= 2FG \\ H_2 &= 2FH + GG. \end{aligned}$$

Für $Y^5 = F_3x^{10} + \ldots.$ ist $F_3 = (f'')^5.$

Setzt man diese Werthe in die Gl. **19** so geht dieselbe über in

$$\mathbf{23.}\;.\; du = \frac{\sin\theta}{va}\Big\{\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}(f''x^2 + g''x^3 + h''x^4 + i''x^5 + k''x^6 + \ldots .)\frac{dx}{X^{\frac{3}{2}}}$$
$$+ \frac{1.3}{2.4}(Fx^4 + Gx^5 + Hx^6 + Ix^7 + Kx^8 + \ldots\ldots)\frac{dx}{X^{\frac{5}{2}}}$$
$$- \frac{1.3.5}{2.4.6}(F_1x^6 + G_1x^7 + H_1x^8 + I_1x^9 + \ldots\ldots\ldots)\frac{dx}{X^{\frac{7}{2}}}$$
$$+ \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(F_2x^8 + G_2x^9 + H_2x^{10} + \ldots\ldots\ldots\ldots)\frac{dx}{X^{\frac{9}{2}}}$$
$$- \frac{1.3.5.7.9}{2.4.6.8.10}(F_3x^{10} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)\frac{dx}{X^{\frac{11}{2}}}$$
$$\vdots$$

Die Integration der ersten Glieder in jeder Reihe kann nach der allgemeinen Formel

$$\int x^m dx X^p = \frac{1}{(e'')^{m+1}}\Big(\frac{X^{p+m+1}}{p+m+1} - \frac{m\cos^2\theta\, X^{p+m}}{p+m} + \frac{m.m-1}{1.2}\frac{\cos^4\theta\, X^{p+m-1}}{p+m-1}$$
$$- \frac{m.m-1.m-2}{1.2.3}\frac{\cos^6\theta\, X^{p+m-2}}{p+m-2} + \ldots .\Big)$$

ausgeführt werden, indem man $m = 0, 2, 4 \ldots$ $p = -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}, -\frac{5}{2} \ldots$ setzt.

Auf diese Weise findet man nach Hinzufügung der Constanten

$$\int\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{e''}(X^{\frac{1}{2}} - \cos\theta) = \mathrm{O}^1$$

$$\int\frac{x^2dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \frac{2}{e''^3}\Big[\Big(\frac{1}{3}X^2 - 2\cos^2\theta X - \cos^4\theta\Big)\frac{1}{X^{\frac{1}{2}}} + \frac{8}{3}\cos^3\theta\Big] = \mathrm{P}^1$$

$$\int\frac{x^4dx}{X^{\frac{5}{2}}} = \frac{2}{e''^5}\Big[\Big(\frac{1}{5}X^4 - \frac{4}{3}\cos^2\theta X^3 + 6\cos^4\theta X^2 + 4\cos^6\theta X - \frac{1}{3}\cos^8\theta\Big)\frac{1}{X^{\frac{3}{2}}} - \frac{128}{15}\cos^5\theta\Big] = \mathrm{Q}^1$$

$$\int\frac{x^6dx}{X^{\frac{7}{2}}} = \frac{2}{e''^7}\Big[\Big(\frac{1}{7}X^6 - \frac{6}{5}\cos^2\theta X^5 + 5\cos^4\theta X^4 - 20\cos^6\theta X^3 - 15\cos^8\theta X^2 + 2\cos^{10}\theta X$$
$$- \frac{1}{5}\cos^{12}\theta\Big)\frac{1}{X^{\frac{5}{2}}} + \frac{1024}{35}\cos^7\theta\Big] = \mathrm{R}^1$$

$$\int\frac{x^8dx}{X^{\frac{9}{2}}} = \frac{2}{e''^9}\Big[\Big(\frac{1}{9}X^8 - \frac{8}{7}\cos^5\theta X^7 + \frac{28}{5}\cos^4\theta X^6 - \frac{56}{3}\cos^6\theta X^5 + 70\cos^8\theta X^4 + 56\cos^{10}\theta X^3$$
$$- \frac{28}{3}\cos^{12}\theta X^2 + \frac{8}{5}\cos^{14}\theta X - \frac{1}{7}\cos^{16}\theta\Big)\frac{1}{X^{\frac{7}{2}}} - \Big(\frac{1}{9} - \frac{9}{7} + \frac{36}{5} + 98\Big)\cos^9\theta\Big] = \mathrm{S}^1$$
$$\vdots$$

Diese Integrale verschwinden für $x = 0$, es ist daher überall $x = 1$ zu setzen um die Werthe derselben zwischen den Grenzen $x = 0$ und $x = 1$ zu erhalten. Die Integration der übrigen Glieder wird nach der Formel

$$\int x^m X^{p-1} dx = \frac{x^m X^p - m \cos^2\theta \int x^{m-1} X^{p-1} dx}{e'' (m+p)}$$

ausgeführt, indem man $m = 3, 4, 5 \ldots\ p = -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}, -\frac{5}{2}, -\frac{7}{2} \ldots$ setzt.

Man findet für $p = -\frac{1}{2};\ m = 3, 4, 5 \ldots$

$$\int \frac{x^3 dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \frac{2}{5e''}\left(\frac{x^3}{X^{\frac{1}{2}}} - 3\cos^2\theta\, P^1\right) = P^2$$

$$\int \frac{x^4 dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \frac{2}{7e''}\left(\frac{x^4}{X^{\frac{1}{2}}} - 4\cos^2\theta\, P^2\right) = P^3$$

$$\int \frac{x^5 dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \frac{2}{9e''}\left(\frac{x^5}{X^{\frac{1}{2}}} - 5\cos^2\theta\, P^3\right) = P^4$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

für $p = -\frac{3}{2};\ m = 5, 6 \ldots$

$$\int \frac{x^5 dx}{X^{\frac{5}{2}}} = \frac{2}{7e''}\left(\frac{x^5}{X^{\frac{3}{2}}} - 5\cos^2\theta\, Q^1\right) = Q^2$$

$$\int \frac{x^6 dx}{X^{\frac{5}{2}}} = \frac{2}{9e''}\left(\frac{x^6}{X^{\frac{3}{2}}} - 6\cos^2\theta\, Q^2\right) = Q^3$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

für $p = -\frac{5}{2};\ m = 7, 8 \ldots$

$$\int \frac{x^7 dx}{X^{\frac{7}{2}}} = \frac{2}{9e''}\left(\frac{x^7}{X^{\frac{5}{2}}} - 7\cos^2\theta\, R^1\right) = R^2$$

$$\int \frac{x^8 dx}{X^{\frac{7}{2}}} = \frac{2}{11e''}\left(\frac{x^8}{X^{\frac{5}{2}}} - 8\cos^2\theta\, R^2\right) = R^3$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

für $p = -\frac{7}{2};\ m = 9 \ldots$

$$\int \frac{x^9 dx}{X^{\frac{9}{2}}} = \frac{2}{11e''}\left(\frac{x^9}{X^{\frac{7}{2}}} - 9\cos^2\theta\, S^1\right) = S^2$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

Setzt man diese Integrale in die Gl. **23**, so findet man

24. . . $$u = \frac{\sin\theta}{va}\Big[O^1 - \frac{1}{2}(f''P^1 + g''P^2 + h''P^3 + i''P^4 + k''P^5 + l''P^6 + m''P^7) + \frac{1.3}{2.4}(FQ^1 + GQ^2 + HQ^3 + IQ^4 + KQ^5 + LQ^6 + MQ^7 + \ldots) - \frac{1.3.5}{2.4.6}(F_1R^1 + G_1R^2 + H_1R^3 + I_1R^4 + K_1R^5 + \ldots) + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(F_2S^1 + G_2S^2 + H_2S^3 + I_2S^4 + \ldots)$$

Im Horizonte wird $\theta = 90^\circ$ und $\cos\theta = 0$, also $X = e''x$. Die Gl. **23** geht daher über in

$$du = \frac{1}{va}\left\{\frac{dx}{\sqrt{e''x}} - \frac{dx}{2(e''x)^{\frac{3}{2}}}[f''x^2 + g''x^3 + h''x^4 + \ldots] + \frac{1.3}{2.4}\frac{dx}{(e''x)^{\frac{5}{2}}}[Fx^4 + \ldots]\right\}$$

und man findet durch einfache Integration

$$\mathbf{25.}\ldots u = \frac{\sqrt{x}}{va\sqrt{e''}}\Big[2 - \frac{1}{e''}\left(\frac{f''x}{3} + \frac{g''x^2}{5} + \frac{h''x^3}{7} + \frac{i''x^4}{9} + \frac{k''x^5}{11} + \frac{l''x^6}{13} + \frac{m''x^7}{15} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3}{4e''^2}\left(\frac{Fx^2}{5} + \frac{Gx^3}{7} + \frac{Hx^4}{9} + \frac{Ix^5}{11} + \frac{Kx^6}{13} + \frac{Lx^7}{15} + \frac{Mx^8}{17} + \ldots\right)$$
$$- \frac{1.3.5}{4.6e''^3}\left(\frac{F_1x^3}{7} + \frac{G_1x^4}{9} + \frac{H_1x^5}{11} + \frac{I_1x^6}{13} + \frac{K_1x^7}{15} + \frac{L_1x^8}{17} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3.5.7}{4.6.8e''^4}\left(\frac{F_2x^4}{9} + \frac{G_2x^5}{11} + \frac{H_2x^6}{13} + \frac{I_2x^7}{15} + \frac{K_2x^8}{17} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3.5.7.9}{4.6.8.10e''^5}\left(\frac{F_3x^5}{11} + \frac{G_3x^6}{13} + \frac{H_3x^7}{15} + \frac{I_3x^8}{17} + \ldots\right).$$
$$\vdots$$

Wird in diesem Ausdruck $x = 1$ gesetzt, so erhält man u für die astronomische Refraction; wird $x = \frac{1}{n}$ gesetzt, so erhält man u für die Höhe $\frac{H}{n}$, wo H die Höhe der Atmosphäre bedeutet. Dasselbe gilt auch von Gl. **24.** Wollte man anstatt x die directe Höhe $r - a$ wieder einführen, so müsste man in Gl. **18** oder **19** dr schreiben für $\frac{dx}{v}$, die Coefficienten von x, x^2 ..... mit v, v^2 ..... multipliciren und dividiren und dann für $\frac{x}{v}$, $\frac{x^2}{v^2}$ .... $r - a$, $(r - a)^2$ .... setzen.

Bedeutet x nur einen Theil der Höhe der Atmosphäre oder die Höhe eines irdischen Objectes, so ist u der Erdbogen oder die Entfernung zwischen Standpunkt und Object. Beträgt unter dieser Voraussetzung x nur 8 oder 10 Procent von der ganzen Höhe der Atmosphäre, oder ist $xH = r - a$ nicht grösser als etwa 1600 Toisen, so wird in Gl. **19** $g''x^3$ so klein, dass es mit den höheren Potenzen von x vernachlässigt werden kann. Die erwähnte Gleichung geht alsdann über in

$$du = \frac{\sin\theta}{va} \cdot \frac{dx}{\sqrt{\cos^2\theta + e''x + f''x^2}} = \frac{\sin\theta}{va} \cdot \frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}}.$$

Die Integration mit Einschluss der Constanten giebt

$$u = \frac{\sin\theta}{av\sqrt{f''}} \log\left(\frac{2f''x + e'' + 2\sqrt{f''}\sqrt{X}}{e'' + 2\cos\theta\sqrt{f''}}\right).$$

Setzt man um abzukürzen $\mathrm{w} = \frac{uav\sqrt{f''}}{\sin\theta}$ so geht diese Gleichung über in

$$e^{\mathrm{w}} = \frac{2f''x + e'' + 2\sqrt{f''}\sqrt{X}}{e'' + 2\cos\theta\sqrt{f''}}$$

wo e die Basis der natürlichen Logarithmen.

Hieraus folgt, dass wenn $M = e'' + 2\cos\theta\sqrt{f''}$ geschrieben wird

$$[Me^{w} - (2f''x + e'')]^2 = 4f''\cos^2\theta + 4f''e''x + 4f''^2x^2$$

oder
$$M^2e^{2w} - 2Me^{w}(2f''x + e'') + M(e'' - 2\cos\theta\sqrt{f''}) = 0.$$

Bestimmt man hieraus x, so findet man

$$x = \frac{e''}{4f''}\left(e^{w} + e^{-w}\right) + \frac{\cos\theta}{2\sqrt{f''}}\left(e^{w} - e^{-w}\right) - \frac{e''}{2f''}.$$

Es ist aber

$$e^{w} + e^{-w} = 2\left(1 + \frac{w^2}{1.2} + \frac{w^4}{1.2.3.4} + \dots\right)$$

$$e^{w} - e^{-w} = 2\left(w + \frac{w^3}{1.2.3} + \dots\dots\dots\right)$$

daher

$$x = \frac{e''}{2f''}\left(\frac{w^2}{1.2} + \frac{w^4}{1.2.3.4} + \dots\right) + \frac{\cos\theta}{\sqrt{f''}}\left(w + \frac{w^3}{1.2.3} + \dots\right).$$

Wir hatten oben für $r - a$ den Werth $\frac{x}{v}$ gesetzt und daher die Coefficienten von x, $x^2 \dots$ durch v, $v^2 \dots$ dividirt. Hätten wir diese Division nicht vollzogen, so hätten wir statt e'', $f'' \dots$ $\frac{e'''}{v}$, $\frac{f'''}{v^2} \dots$ erhalten, die respective einander gleich sein müssen.

Hätten wir diesem analog $\frac{x}{va}$ anstatt $\frac{r-a}{a}$ gesetzt, so würden wir anstatt e'', $f'' \dots$ $\frac{e^{IV}}{va}$, $\frac{f^{IV}}{v^2a^2} \dots$ erhalten haben, und wenn wir 2β für e^{IV} und γ für f^{IV} schreiben, so folgt

$$\frac{2\beta}{va} = e''; \quad \frac{\gamma}{v^2a^2} = f''.$$

Hieraus finden wir nun

$$\frac{e''}{2f''} = \frac{va\beta}{\gamma}; \quad \sqrt{f''} = \frac{\sqrt{\gamma}}{va} \text{ und } \frac{uva\sqrt{f''}}{\sin\theta} = w = \frac{u\sqrt{\gamma}}{\sin\theta}.$$

Diese Werthe, in den für x gefundenen Ausdruck gesetzt, geben

$$x = \frac{va\beta}{\gamma}\left(\frac{u^2\gamma}{1.2\sin^2\theta} + \frac{u^4\gamma^2}{1.2.3.4\sin^4\theta} + \dots\right) + \frac{va\cos\theta}{\sqrt{\gamma}}\left(\frac{u\sqrt{\gamma}}{\sin\theta} + \frac{u^3\gamma\sqrt{\gamma}}{1.2.3\sin^2\theta} + \dots\right).$$

Dividirt man auf beiden Seiten durch va und setzt für $\frac{x}{va}$ seinen Werth $\frac{r-a}{a}$ so findet man

$$\frac{r-a}{a} = \beta\left(\frac{u^2}{1.2\sin^2\theta} + \frac{\gamma u^4}{1.2.3.4\sin^4\theta} + \dots\right) + \operatorname{cotg}\theta\left(u + \frac{\gamma u^3}{1.2.3\sin^2\theta} + \dots\right).$$

Der Bogen u und die Höhendifferenz zwischen Standpunkt und Object sind hier in Theilen des Krümmungsradius a ausgedrückt. Sollen beide Grössen in das Maass in welchem a ge-

geben ist verwandelt werden, so darf man nur $u = \frac{au}{a} = \frac{S}{a}$ (wo S die Entfernung) schreiben und dann die ganze Gleichung mit a multipliciren. Auf diese Weise erhält man

$$\mathbf{26.} \ldots r - a = \operatorname{cotg}\theta\left(S + \frac{\gamma S^3}{1.2.3\, a^2 \sin^2\theta}\right) + \beta\left(\frac{S^2}{1.2.a.\sin^2\theta} + \frac{\gamma S^4}{1.2.3.4.a^3 \sin^4\theta}\right).$$

Dies ist eine allgemeinere Formel für die trigonometrische Höhenmessung als die bisher gebräuchlichen; sie gilt für Höhenunterschiede bis zu 1500 Toisen und drüber und auf jede sichtbare Entfernung. Sie muss angewendet werden, wenn Zenithdistancen nach entfernten Gebirgen beobachtet werden.

Für $\theta = 90°$, wo $\operatorname{cotg}\theta = 0$ und $\sin\theta = 1$ wird, giebt sie die im Horizonte des Standpunktes sichtbare Höhe

$$r - a = \beta\left(\frac{S^2}{1.2.a} + \frac{\gamma S^4}{1.2.3.4.a^3}\right).$$

Aus den beiden letzten Gleichungen kann auch umgekehrt, wenn die Höhe $r - a$ bekannt ist, für eine mittlere Strahlenbrechung die Entfernung S gefunden werden.

Da die Coefficienten der terrestrischen Refraction β und γ aus den allgemeinen Coefficienten e'' und f'' abgeleitet werden, so ist klar, dass sie sich auch, eben so wie die Coefficienten der astronomischen Refraction, aus Barometer- und Thermometer-Beobachtungen und der strahlenbrechenden Kraft der Luft ableiten und bestimmen lassen.

Nach unserer Annahme war

$$2\beta = ave''; \quad \gamma = a^2 v^2 f''.$$

Es ist aber (hinter Gl. **18**)

$$e'' = e' + \frac{2\cos^2\theta}{va}; \quad f'' = f' + \frac{2e}{va} + \frac{\cos^2\theta}{v^2 a^2}$$

ferner

$$e' = e + \frac{2}{va}; \quad f' = f + \frac{2e}{va} + \frac{1}{v^2 a^2}$$

und nach Gl. **17**

$$e = \frac{P\rho'}{1 + P\rho'} e_0; \quad f = \frac{P\rho'}{1 + P\rho'} f_0.$$

Durch Substitution dieser Werthe findet man

$$2\beta = \frac{va\,P\rho'}{1 + P\rho'} \cdot e_0 + 2 + 2\cos^2\theta$$

$$\gamma = \frac{v^2 a^2 P\rho'}{1 + P\rho'} \cdot f_0 + \frac{4\,va\,P\rho'}{1 + P\rho'} \cdot e_0 + 5 + \cos^2\theta.$$

Unter Gl. **16** findet sich

$$e_0 = -(\varepsilon + 1)\frac{w}{v} + \varepsilon - 1$$

also

$$ve_0 = -(\varepsilon + 1)w + (\varepsilon - 1)v = -\varepsilon(w - v) - (w + v).$$

Es ist aber nach Gl. **12**

$$w = \frac{p + \sqrt{n}}{2(1 + mt')}; \quad v = \frac{p - \sqrt{n}}{2(1 + mt')}; \quad \varepsilon = \frac{N}{\sqrt{n}}$$

daraus folgt $$w - v = \frac{\sqrt{n}}{1 + mt'}; \quad w + v = \frac{p}{1 + mt'}$$

daher $$ve_0 = -\frac{N + p}{1 + mt'}.$$

Diesen Werth in den Ausdruck von β gesetzt giebt

$$\beta = -\frac{a P\rho' (N + p)}{2(1 + P\rho')(1 + mt')} + 1 + \cos^2\theta.$$

Schreibt man $$k = \frac{a P\rho' (N + p)}{2(1 + P\rho')(1 + mt')}$$ so wird

27. . . . . $\beta = 1 - k + \cos^2\theta,$

wo k der Coefficient der terrestrischen Strahlenbrechung ist.

Eben so findet man $$v^2 f_0 = \frac{N + p}{2(1 + mt')} \cdot \frac{(N + 2p)}{(1 + mt')} - \frac{q}{1 + mt'}$$ und daher

28. . . . . $\gamma = \frac{ak(N + 2p)}{1 + mt'} - \frac{a^2 P\rho'}{1 + P\rho'} q + 8k + 5 + \cos^2\theta.$

p und q sind Functionen der Temperatur am Beobachtungspunkte und der Wärmeabnahme; ihre Werthe finden sich unter Gl. **11**, wo für Wärmeabnahme α negativ zu nehmen ist.

Der Einfluss, welchen die einzelnen Glieder in Gl. **26** auf den Höhenunterschied erlangen, hängt von der Grösse der Entfernung S ab; man wird daher für eine bestimmte Anzahl Glieder leicht beurtheilen können, wie gross S angenommen werden darf, wenn der Fehler eine gegebene Grösse nicht übersteigen soll. Wählt man hiernach bei einem auszuführenden Nivellement die Entfernungen zwischen den Stationen so, dass die auf das Quadrat von S folgenden Glieder vernachlässigt werden können, so erhält man

$$r - a = S \operatorname{cotg}\theta + \frac{\beta S^2}{1.2\, a \sin^2\theta} = S\left(\operatorname{cotg}\theta + \frac{\beta S}{1.2\, a \sin^2\theta}\right).$$

Da $d \operatorname{cotg}\theta = -\frac{d\theta}{\sin^2\theta}$ und $\frac{\beta S\omega}{1.2.a} = \frac{(1 - k + \cos^2\theta) S\omega}{2a}$ ein kleiner Winkel ist, so kann man $d\theta = \frac{(1 - k + \cos^2\theta) S\omega}{2a}$ annehmen (wo $\omega = 206264{,}8$ ist). Nun ist aber

$$\operatorname{cotg}(\theta - d\theta) - \operatorname{cotg}\theta = \frac{d\theta}{\sin^2\theta}$$

daher

$$\operatorname{cotg}\left[\theta - \frac{(1-k+\cos^2\theta)\,S\omega}{2a}\right] = \operatorname{cotg}\theta + \frac{(1-k+\cos^2\theta)\,S}{2a\sin^2\theta}$$

folglich hat man auch

$$\textbf{29.} \ldots\ldots\ldots\ldots r - a = S\operatorname{cotg}\left[\theta - \frac{(1-k+\cos^2\theta)\,S\omega}{2a}\right].$$

Wenn h die Höhe des Standpunktes über dem Meere, s die Entfernung im Niveau des Meeres gemessen und $\mathfrak{R}$ den Krümmungsradius bedeuten, so ist $a = \mathfrak{R} + h$; $S = s\left(1 + \frac{h}{\mathfrak{R}}\right)$.

Bessel hat in der Gradmessung in Ostpreussen für den Höhenunterschied zweier Stationen folgenden Ausdruck auf trigonometrischem Wege gefunden

$$r - a = S\operatorname{cotg}\left[\theta - \frac{(1-k)\,S\omega}{2a}\right].$$

Vergleicht man denselben mit dem vorhergehenden, so werden für $\cos\theta = 0$ beide einander völlig gleich. In Bessel's Formel liegt aber die Voraussetzung, dass der Coefficient der terrestrischen Refraction sich nicht mit der Zenithdistance ändere. Der Coefficient k ist daher in beiden identisch.

Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor:

1. Dass die Gleichung **26** allgemeiner ist als die trigonometrisch abgeleiteten Formeln.
2. Dass der Einfluss der irdischen Strahlenbrechung auf den Höhenunterschied nicht bloss von dem Coefficienten k, sondern nach Gl. **29** auch noch von der Zenithdistance abhängig ist.
3. Dass dieser Einfluss auf den Höhenunterschied zu der Entfernung in einem grösseren als quadratischen Verhältniss steht. (Gl. **26**).
4. Dass die Coefficienten der irdischen Strahlenbrechung sich durch die strahlenbrechende Kraft der Luft, verbunden mit Barometer- und Thermometer-Beobachtungen bestimmen lassen. (Gl. **27** und **28**).
5. Kann nach Gl. **27**, wenn durch gegenseitig und gleichzeitig gemessene Zenithdistancen auf die bekannte Weise der Werth von k bestimmt ist und Barometer und Thermometer beobachtet sind, p gefunden und daraus die Wärmeabnahme α und die Temperatur der Luft an der obern Station $t = t' + (r - a)\alpha$ bestimmt werden. $t - t' = (r - a)\alpha$ ist der Temperatur-Unterschied, den die Luftschicht zwischen Standpunkt und Object zufolge der gemessenen Zenithdistancen hatte. Ist ausserdem der Thermometerstand am Object beobachtet, so ergiebt sich aus der Vergleichung, ob die Temperatur der ganzen Luftschicht übereinstimmt oder nicht.
6. Wenn in einem Standpunkte Barometer und Thermometer beobachtet und die Zenithdistance nach einem Object, dessen Höhenunterschied und Entfernung bekannt sind, gemessen wurde, so kann nach Gl. **29** k; aus k sodann p und nach Gl. **11** α gefunden

werden, woraus sich dann ebenso wie vorhin die Temperatur am Object und die mittlere Temperatur der Luftschicht von der Höhe $r-a$ bestimmen lässt. Die Refraction bietet demnach ein Mittel dar, um die wahren Temperaturen der Luftschichten zwischen dem Standpunkte und der Höhe der höchsten sichtbaren Bergspitzen zu bestimmen; während Thermometer nur die Temperatur derjenigen Luftschichten angeben können, die die Quecksilberkugeln unmittelbar berühren.

§ 2. Nachdem in Gl. **24** der Erdbogen u zwischen dem Anfangs- und End-Punkte der Curve des Strahles; in Gl. **26** eine allgemeine Formel für trigonometrische Höhenbestimmungen entwickelt; unter Gl. **27** und **28** die Coefficienten der irdischen Strahlenbrechung durch die Wärmeabnahme, den Barometer- und Thermometerstand bestimmt worden sind und der Zusammenhang der Gl. **26** mit der bisher gebräuchlichen trigonometrischen Formel nachgewiesen ist: soll nun die Bestimmung der astronomischen und terrestrischen Refraction in derselben Allgemeinheit aufgesucht werden.

Refraction wird der Winkel genannt, den die im Anfangspunkt und im Endpunkt der Curve eines Lichtstrahls errichteten Tangenten mit einander machen. Dieser Winkel, der mit R bezeichnet werden soll, steht mit den Winkeln x, z', θ und u (Fig. 3) in der einfachen Verbindung, dass $x+z'+u=x+\theta+R$, oder $z'+u=\theta+R$ ist. Da nun $z'=180^\circ-Z$, wo Z die Zenithdistance im Endpunkt (Object) wenn θ die Zenithdistance im Anfangspunkt (Standpunkt) ist, so hat man auch

$$180^\circ-Z+u=\theta+R$$

u und θ sind der Voraussetzung gemäss bekannte Grössen und können bei terrestrischen Objecten durch Messung bestimmt werden. Man findet daher durch Differentiation

$$dR=-dZ.$$

Es ist aber ohne Rücksicht auf die Zeichen $dZ=dz'$, daher auch

$$dR=-dz'$$

dz' findet man durch Differentiation der Gl. **3** in Bezug auf z' und ρ, woraus denn folgt

$$dR=\frac{-a\sin\theta\, Pd\rho\sqrt{1+P\rho'}}{2r(1+P\rho)\cos z'\sqrt{1+P\rho}}$$

Es ist aber

$$\cos z'=\sqrt{1-\sin^2 z'}=\sqrt{1-\frac{a^2(1+P\rho')\sin^2\theta}{r^2(1+P\rho)}}\quad\text{nach Gl. } \mathbf{3}$$

daher

$$dR=\frac{-a\sin\theta\, Pd\rho\sqrt{1+P\rho'}}{2(1+P\rho)\,r\sqrt{1+P\rho-\frac{a^2}{r^2}(1+P\rho')\sin^2\theta}}$$

oder

$$dR=\frac{-\sin\theta\, Pd\rho}{2(1+P\rho)\sqrt{\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P\rho'}-\sin^2\theta}}.$$

Hier ist $\frac{Pd\rho}{1+P\rho}$ zu entwickeln, welches nach Gl. **17** durch Differentiation und die Zusammensetzung von $1+P\rho$ leicht geschehen kann. Man erhält alsdann

$$\frac{Pd\rho}{1+P\rho}=\frac{P\rho'\,(e_0+2f_0x+3g_0x^2+4h_0x^3+\ldots)\,dx}{1+P\rho'+P\rho'e_0x+P\rho'f_0x^2+P\rho'g_0x^3+\ldots}.$$

Dividirt man unten und oben durch $1+P\rho'$ und setzt $\frac{P\rho'}{1+P\rho'}e_0=e$, $\frac{P\rho'}{1+P\rho'}f_0=f$ u. s. w. so geht der Ausdruck über in

$$\frac{Pd\rho}{1+P\rho}=\frac{(e+2fx+3gx^2+\ldots)\,dx}{1+ex+fx^2+gx^3+\ldots}=(\alpha+\beta x+\gamma x^2+\delta x^3+\ldots)\,dx$$

wo

$$\begin{aligned}\alpha&=e\\ \beta&=2f-e\alpha\\ \gamma&=3g-f\alpha-e\beta\\ \delta&=4h-g\alpha-f\beta-e\gamma\\ \varepsilon&=5i-h\alpha-g\beta-f\gamma-e\delta\\ &\vdots\end{aligned}$$

Da in Gl. **30** der Ausdruck mit dem Minuszeichen behaftet ist, so kann man $\alpha'=-\alpha$; $\beta'=-\beta$ u. s. w. schreiben und erhält alsdann

$$-\frac{Pd\rho}{1+P\rho}=(\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\delta'x^3+\ldots)\,dx.$$

Die Grösse unter dem Wurzelzeichen in Gl. **30** ist bereits unter Gl. **17** entwickelt. Man findet daher

31... $dR=\frac{\sin\theta.dx}{2}(\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\delta'x^3+\ldots)(\cos^2\theta+e'x+f'x^2+g'x^3+\ldots)^{-\frac{1}{2}}$.

Dividirt und multiplicirt man die 2te Klammer mit $\cos^2\theta$ und schreibt $e'x+f'x^2+g'x^3+\ldots=Y$ so geht die Gleichung über in

$$dR=\frac{\operatorname{tang}\theta\,dx}{2}(\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\delta'x^3+\ldots)\left(1+\frac{Y}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

Nun ist

$$\left(1+\frac{Y}{\cos^2\theta}\right)^{-\frac{1}{2}}=1-\frac{1}{2}\frac{Y}{\cos^2\theta}+\frac{1.3}{2.4}\frac{Y^2}{\cos^4\theta}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{Y^3}{\cos^6\theta}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{Y^4}{\cos^8\theta}-\ldots$$

Es sei

$$\begin{aligned}Y^2&=e'_2x^2+f'_2x^3+g'_2x^4+\ldots.\\ Y^3&=e'_3x^3+f'_3x^4+g'_3x^5+\ldots.\\ Y^4&=e'_4x^4+f'_4x^5+g'_4x^6+\ldots.\end{aligned}$$

so findet man $e'_2=e'e'$; $f'_2=2e'f'$ und überhaupt alle Coefficienten wie oben unter Gl. **19**.

Nun ist

$$\int(\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\ldots)\,dx=\alpha'x+\frac{\beta'x^2}{2}+\frac{\gamma'x^3}{3}+\ldots$$

Für $x = 0$ verschwindet das Integral und für $x = 1$ geht es über in

$$\alpha' + \frac{\beta'}{2} + \frac{\gamma'}{3} + \frac{\delta'}{4} + \frac{\varepsilon'}{5} + \ldots = (A_1).$$

Ferner ist

$$\int Y(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) dx = e'\left(\frac{\alpha' x^2}{2} + \frac{\beta' x^3}{3} + \frac{\gamma' x^4}{4} + \ldots\right)$$
$$+ f'\left(\frac{\alpha' x^3}{3} + \frac{\beta' x^4}{4} + \frac{\gamma' x^5}{5} + \ldots\right)$$
$$+ g'\left(\frac{\alpha' x^4}{4} + \frac{\beta' x^5}{5} + \frac{\gamma' x^6}{6} + \ldots\right)$$
$$\vdots$$

Alle diese Ausdrücke verschwinden für $x = 0$, und wenn man für $x = 1$ den Werth der ersten Parenthese $= (A_2) = \frac{\alpha'}{2} + \frac{\beta'}{3} + \frac{\gamma'}{4} + \frac{\delta'}{5} + \frac{\varepsilon'}{6} + \ldots$ den Werth der zweiten » $= (A_3)$ u. s. w. setzt, so erhält man

$$\int Y(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) dx = e'(A_2) + f'(A_3) + g'(A_4) + h'(A_5) + \ldots = \int (AY)$$

Eben so findet man

$$\int Y^2(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) dx = e_2'(A_3) + f_2'(A_4) + g_2'(A_5) + h_2'(A_6) + \ldots = \int (AY^2)$$
$$\int Y^3(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) dx = e_3'(A_4) + f_3'(A_5) + g_3'(A_6) + h_3'(A_7) + \ldots = \int (AY^3)$$
$$\int Y^4(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) dx = e_4'(A_5) + f_4'(A_6) + g_4'(A_7) + h_4'(A_8) + \ldots = \int (AY^4)$$

Diese Werthe oben eingeführt geben die Refraction

32. $$R = \frac{\tang\theta}{2}\left[\int (A) - \frac{1}{2}\frac{\int (AY)}{\cos^2\theta} + \frac{1.3}{2.4}\frac{\int (AY^2)}{\cos^4\theta} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{\int (AY^3)}{\cos^6\theta} + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{\int (AY^4)}{\cos^8\theta}\ldots\right].$$

Der hier gefundene Ausdruck gilt von $\theta = 0$ bis $\theta = 80°$ höchstens $83°$.

Für grössere Werthe von θ setze man in Gl. **31**

$X = \cos^2\theta + e'x$ und $Y = f'x^2 + g'x^3 + h'x^4 + i'x^5 + k'x^6 + \ldots$ und entwickele

$$(X + Y)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{X^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}\frac{Y}{X^{\frac{3}{2}}} + \frac{1.3}{2.4}\frac{Y^2}{X^{\frac{5}{2}}} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{Y^3}{X^{\frac{7}{2}}} + \ldots$$

Diese Reihe convergirt für die Werthe von x zwischen 0 und 1.

Setzt man $(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) Y = a'' x^2 + b'' x^3 + c'' x^4 + d'' x^5 + \ldots$ so ist

$$a'' = f'\alpha'$$
$$b'' = f'\beta' + g'\alpha'$$
$$c'' = f'\gamma' + g'\beta' + h'\alpha'$$
$$d'' = f'\delta' + g'\gamma + h'\beta' + i'\alpha'$$
$$\vdots$$

Für $(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) Y^2 = a''' x^4 + b''' x^5 + c''' x^6 + d''' x^7 \ldots$

ist $Y^2 = F'' x^4 + G'' x^5 + H'' x^6 + I'' x^7 + K'' x^8 + \ldots$ und

$$F'' = f'f' \qquad K'' = 2f'k' + 2g'i' + h'h'$$
$$G'' = 2f'g' \qquad L'' = 2f'l' + 2g'k' + 2h'i'$$
$$H'' = 2f'h' + g'g' \qquad M'' = 2f'm' + 2g'l' + 2h'k' + i'i'$$
$$I'' = 2f'i' + 2g'h'$$

daher
$$a''' = F''\alpha'$$
$$b''' = F''\beta' + G''\alpha'$$
$$c''' = F''\gamma' + G''\beta' + H''\alpha'$$
$$d''' = F''\delta' + G''\gamma' + H''\beta' + I''\alpha'$$
$$\vdots$$

Für $Y^3 = F''' x^6 + G''' x^7 + H''' x^8 + I''' x^9 + \ldots$

ist
$$F''' = F'' f'$$
$$G''' = G'' f' + F'' g'$$
$$H''' = H'' f' + G'' g' + F'' h'$$
$$I''' = I'' f' + H'' g' + G'' h' + F'' i'$$
$$K''' = K'' f' + I'' g' + H'' h' + G'' i' + F'' k'$$
$$\vdots$$

Ferner für $Y^4 = F^{IV} x^8 + G^{IV} x^9 + H^{IV} x^{10} + \ldots$

ist
$$F^{IV} = F'' F''$$
$$G^{IV} = 2F'' G''$$
$$H^{IV} = 2F'' H'' + G'' G''$$
$$\vdots$$

Wenn $(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) Y^3 = a^{IV} x^6 + b^{IV} x^7 + c^{IV} x^8 + d^{IV} x^9 + \ldots$

so ist
$$a^{IV} = F'''\alpha'$$
$$b^{IV} = F'''\beta' + G'''\alpha'$$
$$c^{IV} = F'''\gamma' + G'''\beta' + H'''\alpha'$$
$$d^{IV} = F'''\delta' + G'''\gamma' + H'''\beta' + I'''\alpha'$$
$$\vdots$$

Wenn $(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \ldots) Y^1 = a^V x^8 + b^V x^9 + c^V x^{10} + \ldots$

so ist

$$a^V = F^{IV}\alpha'$$
$$b^V = F^{IV}\beta' + G^{IV}\alpha'$$
$$c^V = F^{IV}\gamma' + G^{IV}\beta' + H^{IV}\alpha'$$
$$\vdots$$

Werden die gefundenen Ausdrücke in die Gl. **31** gesetzt, so erhält man

$$\begin{aligned} dR = & \frac{\sin\theta}{2}(\alpha' + \beta' x + \gamma' x^2 + \delta' x^3 + \varepsilon' x^4 + \ldots)\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} \\ & - \frac{\sin\theta}{2.2}(a'' x^2 + b'' x^3 + c'' x^4 + d'' x^5 + e'' x^6 + \ldots)\frac{dx}{X^{\frac{3}{2}}} \\ & + \frac{\sin\theta}{2}\frac{1.3}{2.4}(a''' x^4 + b''' x^5 + c''' x^6 + d''' x^7 + e''' x^8 + \ldots)\frac{dx}{X^{\frac{5}{2}}} \\ & - \frac{\sin\theta}{2}\frac{1.3.5}{2.4.6}(a^{IV} x^6 + b^{IV} x^7 + c^{IV} x^8 + d^{IV} x^9 + e^{IV} x^{10} + \ldots)\frac{dx}{X^{\frac{7}{2}}} \\ & + \frac{\sin\theta}{2}\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(a^V x^8 + b^V x^9 + c^V x^{10} + \ldots\ldots\ldots)\frac{dx}{X^{\frac{9}{2}}} \\ & \vdots \end{aligned}$$

Die Integration giebt

$$\int\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{e'}X^{\frac{1}{2}} + \text{const} \;; \quad \text{für } x = 0 \text{ wird const} = -\frac{2\cos\theta}{e'}$$

daher

$$\begin{aligned} \int\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} &= \frac{2}{e'}(X^{\frac{1}{2}} - \cos\theta) = o' \\ \int\frac{x\,dx}{X^{\frac{1}{2}}} &= \frac{2}{3e'}(xX^{\frac{1}{2}} - \cos^2\theta\,.\,o^1) = o'' \\ \int\frac{x^2 dx}{X^{\frac{1}{2}}} &= \frac{2}{5e'}(x^2X^{\frac{1}{2}} - 2\cos^2\theta\,.\,o'') = o''' \\ \int\frac{x^3 dx}{X^{\frac{1}{2}}} &= \frac{2}{7e'}(x^3X^{\frac{1}{2}} - 3\cos^2\theta\,.\,o''') = o^{IV} \\ &\vdots \end{aligned}$$

Die übrigen Integrale sind schon unter Gl. **23** angegeben, jedoch muss anstatt e'' dort, hier e' gesetzt werden; wir wollen sie daher zum Unterschiede mit jenen, durch die kleinen Buchstaben $p', p'', p''' \ldots\; q', q'', q''' \ldots\; r', r'', r''' \ldots$ u. s. w. bezeichnen.

Man erhält hiernach, wenn $X = \cos^2\theta + e'x$ ist

$$\int\frac{x^2 dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \frac{2}{e'^3}\left[\left(\frac{1}{3}X^2 - 2\cos^2\theta X - \cos^4\theta\right)\frac{1}{X^{\frac{1}{2}}} + \frac{8}{3}\cos^3\theta\right] = p' \text{ u. s. w.}$$

Ihre Einführung in die obige Gleichung giebt nun

$$\textbf{33.}\ldots\ldots\ldots R = \frac{\sin\theta}{2}(\alpha'o' + \beta'o'' + \gamma'o''' + \delta'o^{IV} + \varepsilon'o^{V} + \ldots)$$
$$- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1}{2}(a''p' + b''p'' + c''p''' + d''p^{IV} + e''p^{V} + \ldots)$$
$$+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3}{2.4}(a'''q' + b'''q'' + c'''q''' + d'''q^{IV} + \ldots\ldots\ldots)$$
$$- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5}{2.4.6}(a^{IV}r' + b^{IV}r'' + c^{IV}r''' + d^{IV}r^{IV} + \ldots\ldots\ldots)$$
$$+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(a^{V}s' + b^{V}s'' + c^{V}s''' + d^{V}s^{IV} + \ldots\ldots\ldots)$$
$$\vdots$$

Wird die scheinbare Zenithdistance $\theta = 90°$; so ist $\cos\theta = 0$, $\sin\theta = 1$, $X^{\frac{1}{2}} = \sqrt{e'x}$, $X^{\frac{3}{2}} = e'x\sqrt{e'x}$ u. s. w.

Die vorige Differentialgleichung geht daher für diese Werthe über in

$$dR = \frac{1}{2}(\alpha' + \beta'x + \gamma'x^2 + \ldots\ldots)\frac{dx}{(e'x)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}(a''x^2 + b''x^3 + c''x^4 + \ldots)\frac{dx}{(e'x)^{\frac{3}{2}}}\ldots$$
$$\vdots$$

deren Integration giebt

$$\textbf{34.}\ldots\ldots R = \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{e'}}\Big[\alpha' + \frac{\beta'x}{3} + \frac{\gamma'x^2}{5} + \frac{\delta'x^3}{7} + \frac{\varepsilon'x^4}{9} + \frac{\zeta'x^5}{11} + \ldots$$
$$- \frac{1}{e'.2}\left(\frac{a''x}{3} + \frac{b''x^2}{5} + \frac{c''x^3}{7} + \frac{d''x^4}{9} + \frac{e''x^5}{11} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3}{e'^2.2.4}\left(\frac{a'''x^2}{5} + \frac{b'''x^3}{7} + \frac{c'''x^4}{9} + \frac{d'''x^5}{11} + \frac{e'''x^6}{13} + \ldots\right)$$
$$- \frac{1.3.5}{e'^3\,2.4.6}\left(\frac{a^{IV}x^3}{7} + \frac{b^{IV}x^4}{9} + \frac{c^{IV}x^5}{11} + \frac{d^{IV}x^6}{13} + \ldots\ldots\ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3.5.7}{e'^4\,2.4.6.8}\left(\frac{a^{V}x^4}{9} + \frac{b^{V}x^5}{11} + \frac{c^{V}x^6}{13} + \frac{d^{V}x^7}{15} + \ldots\ldots\ldots\right)\Big]$$

Wird hier $x = 1$ gesetzt, so drückt R die astronomische Horizontal-Refraction aus; für $x = \frac{1}{n}$, die dem Höhenunterschiede $\frac{H}{n}$ entsprechende terrestrische Horizontal-Refraction.

Wenn man die Gleichungen **4** und **30** betrachtet, so ist leicht ersichtlich, dass man auch den Bogen u in den Ausdruck für die Refraction einführen kann. Multiplicirt man die Gl. **30** auf der rechten Seite oben und unten mit r, so findet man

$$\textbf{35.}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots dR = \frac{-\sin\theta\, rPd\rho}{2(1+P\rho)\sqrt{r^2\left[\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P\rho'} - \sin^2\theta\right]}}$$

Nach Gl. **19** ist aber

$$\frac{\sin\theta}{\left[r^2\left(\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P\rho'}-\sin^2\theta\right)\right]^{\frac{1}{2}}}=\frac{\sin\theta}{a}(\cos^2\theta+e''x+f''x^2+g''x^3+h''x^4+\ldots.)^{-\frac{1}{2}}$$

Multiplicirt man oben vor Gl. **31** $-\frac{Pd\rho}{1+P\rho}=(\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\ldots)\,dx$ mit $r=a+r-a$ $=a\left(1+\frac{r-a}{a}\right)=a\left(1+\frac{x}{va}\right)$ so erhält man

$$-\frac{rPd\rho}{(1+P\rho)}=a\left(1+\frac{x}{va}\right)[\alpha'+\beta'x+\gamma'x^2+\delta'x^3+\ldots]\,dx=a[A'+B'x+C'x^2+D'x^3+\ldots]\,dx$$

und es wird

$$A'=\alpha'$$
$$B'=\beta'+\frac{\alpha'}{va}$$
$$C'=\gamma'+\frac{\beta'}{va}$$
$$D'=\delta'+\frac{\gamma'}{va}$$
$$E'=\varepsilon'+\frac{\delta'}{va}$$
$$\vdots$$

Diese Ausdrücke in die Gl. **35** eingeführt geben

$$\textbf{36.}\quad dR=\frac{\sin\theta\,dx}{2}[A'+B'x+C'x^2+D'x^3+\ldots]\,[\cos^2\theta+e''x+f''x^2+g''x^3+\ldots]^{-\frac{1}{2}}$$

Nimmt man jetzt wie oben $X=\cos^2\theta+e''x$; $Y=f''x^2+g''x^3+h''x^4+\ldots$ so ist

$$(X+Y)^{-\frac{1}{2}}=\frac{1}{X^{\frac{1}{2}}}-\frac{1}{2}\frac{Y}{X^{\frac{3}{2}}}+\frac{1.3}{2.4}\frac{Y^2}{X^{\frac{5}{2}}}-\frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{Y^3}{X^{\frac{7}{2}}}+\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\frac{Y^4}{X^{\frac{9}{2}}}-\ldots.$$

Nun sei $(A'+B'x+C'x^2+\ldots)\,Y=A''x^2+B''x^3+C''x^4+D''x^5+\ldots.$

so wird

$$A''=f''A'$$
$$B''=f''B'+g''A'$$
$$C''=f''C'+g''B'+h''A'$$
$$D''=f''D'+g''C'+h''B'+i''A'$$
$$\vdots$$

ferner für $(A' + B'x + C'x^2 + \dots) Y^2 = A'''x^4 + B'''x^5 + C''x^6 + \dots$

wird

$$\begin{aligned}
A''' &= FA' \\
B''' &= FB' + GA' \\
C''' &= FC' + GB' + HA' \\
D''' &= FD' + GC' + HB' + IA' \\
&\vdots
\end{aligned}$$

wo F, G, H.... bereits oben bestimmt sind.

Für $(A' + B'x + C'x^2 + D'x^3 \dots) Y^3 = A^{IV}x^6 + B^{IV}x^7 + C^{IV}x^8 + \dots$

ist

$$\begin{aligned}
A^{IV} &= F_{,}A' \\
B^{IV} &= F_{,}B' + G_{,}A' \\
C^{IV} &= F_{,}C' + G_{,}B' + H_{,}A' \\
D^{IV} &= F_{,}D' + G_{,}C' + H_{,}B' + I_{,}A' \\
&\vdots
\end{aligned}$$

Für $(A' + B'x + C'x^2 + \dots\dots) Y^4 = A^{V}x^8 + B^{V}x^9 + C^{V}x^{10} + \dots$

ist

$$\begin{aligned}
A^{V} &= F_{,,}A' \\
B^{V} &= F_{,,}B' + G_{,,}A' \\
C^{V} &= F_{,,}C' + G_{,,}B' + H_{,,}A' \\
&\vdots
\end{aligned}$$

u. s. w.

Werden die gefundenen Reihen in den Ausdruck von dR substituirt so erhält man

$$\begin{aligned}
\mathbf{33} \dots dR = &\frac{\sin\theta}{2}(A' + B'x' + C'x^2 + D'x^3 + E'x^4 + \dots)\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} \\
&- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1}{2}(A''x^2 + B''x^3 + C''x^4 + D''x^5 + E''x^6 + \dots)\frac{dx}{X^{\frac{3}{2}}} \\
&+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3}{2.4}(A'''x^4 + B'''x^5 + C'''x^6 + D'''x^7 + E'''x^8 + \dots)\frac{dx}{X^{\frac{5}{2}}} \\
&- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5}{2.4.6}(A^{IV}x^6 + B^{IV}x^7 + C^{IV}x^8 + D^{IV}x^9 + \dots\dots\dots)\frac{dx}{X^{\frac{7}{2}}} \\
&+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(A^{V}x^8 + B^{V}x^9 + C^{V}x^{10} + D^{V}x^{11} + \dots\dots\dots)\frac{dx}{X^{\frac{9}{2}}} \\
&\vdots
\end{aligned}$$

Die Integration giebt

$$\int\frac{dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \mathrm{O}' \text{ (siehe oben unter Gl. **23.**)}$$

$$\int\frac{x\,dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{3e''}(xX^{\frac{1}{2}} - \cos^2\theta.\mathrm{O}') = \mathrm{O}''$$

$$\int\frac{x^2dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{5e''}(x^2X^{\frac{1}{2}} - 2\cos^2\theta.\mathrm{O}'') = \mathrm{O}'''$$

$$\int\frac{x^3dx}{X^{\frac{1}{2}}} = \frac{2}{7e''}(x^3X^{\frac{1}{2}} - 3\cos^2\theta.\mathrm{O}''') = \mathrm{O}^{IV}$$

$$\vdots$$

$$\int\frac{x^2dx}{X^{\frac{3}{2}}} = \mathrm{P}' \text{ (siehe oben unter Gl. **23.**)}$$

und wenn die Integrale oben eingeführt werden, so findet man

38. $$R = \frac{\sin\theta}{2}(A'\mathrm{O}' + B'\mathrm{O}'' + C'\mathrm{O}''' + D'\mathrm{O}^{IV} + E'\mathrm{O}^{V} + F'\mathrm{O}^{VI} + \ldots)$$
$$- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1}{2}(A''\mathrm{P}' + B''\mathrm{P}'' + C''\mathrm{P}''' + D''\mathrm{P}^{IV} + E''\mathrm{P}^{V} + \ldots\ldots\ldots)$$
$$+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3}{2,4}(A'''\mathrm{Q}' + B'''\mathrm{Q}'' + C'''\mathrm{Q}''' + D'''\mathrm{Q}^{IV} + \ldots\ldots\ldots)$$
$$- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5}{2.4.6}(A^{IV}\mathrm{R}' + B^{IV}\mathrm{R}'' + C^{IV}\mathrm{R}''' + \ldots\ldots\ldots)$$
$$+ \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}(A^{V}\mathrm{S}' + B^{V}\mathrm{S}'' + \ldots\ldots\ldots)$$
$$- \frac{\sin\theta}{2}\cdot\frac{1.3.5.7.\ 9}{2.4.6.8.10}(A^{VI}\mathrm{T}' + \ldots\ldots\ldots)$$

Wird die scheinbare Zenithdistance $\theta = 90$; so ist $\cos\theta = 0$, $\sin\theta = 1$, $X^{\frac{1}{2}} = \sqrt{e''x}$. Führt man diese Werthe in Gl. **36** ein, und integrirt, so erhält man die Horizontal-Refraction.

39. $$R = \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{e''}}\Big[A' + \frac{B'x}{3} + \frac{C'x^2}{5} + \frac{D'x^3}{7} + \frac{E'x^4}{7} + \frac{F'x^5}{11} + \frac{G'x^6}{13} + \ldots$$
$$- \frac{1}{2e''}\left(\frac{A''x}{3} + \frac{B''x^2}{5} + \frac{C''x^3}{7} + \frac{D''x^4}{9} + \frac{E''x^5}{11} + \frac{F''x^6}{13} + \ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3}{2.4e''^2}\left(\frac{A'''x^2}{5} + \frac{B'''x^3}{7} + \frac{C'''x^4}{9} + \frac{D'''x^5}{11} + \frac{E'''x^6}{13} + \ldots\ldots\right)$$
$$- \frac{1.3.5}{2.4.6e''^3}\left(\frac{A^{IV}x^3}{7} + \frac{B^{IV}x^4}{9} + \frac{C^{IV}x^5}{11} + \frac{D^{IV}x^6}{13} + \ldots\ldots\right)$$
$$+ \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8e''^4}\left(\frac{A^{V}x^4}{9} + \frac{B^{V}x^5}{11} + \frac{C^{V}x^6}{13} + \frac{D^{V}x^7}{15} + \ldots\ldots\right)\Big]$$
$$\vdots$$

Die Gleichungen **38** und **39** gelten für jeden Werth von x zwischen den Grenzen von $x = 0$ bis $x = 1$. Setzt man $x = 1$, so erhält man die astronomische Refraction. Setzt man $x = \frac{h}{H}$, wo h die Höhe eines irdischen Objectes über dem Meere und H die Höhe der Atmosphäre bedeutet, so erhält man die terrestrische Refraction für einen Standpunkt im Niveau des Meeres und für eine Entfernung u, die für denselben Werth von x aus den Gl. **24** oder **25** gefunden wird.

Wird θ grösser als 90°, so ist $\cos\theta$ negativ und die ungeraden Potenzen von $\cos\theta$ in den Integral-Ausdrücken $O', P', Q' \ldots$ wechseln das Zeichen. Man kann also auch nach den Gleichungen **24**, **25**, **38** und **39** u und R für Zenithdistancen, die grösser als 90° sind, bestimmen. Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass die Wärme der Luftschichten, in der unter der Zenithdistance θ gezogenen geraden Linie vom Standpunkte bis zu dem der Erdoberfläche am nächsten liegenden Punkte (Berührungspunkt) zuerst zu- und von da an erst wieder abnimmt. Diese Bestimmung der Refraction unter dem Horizonte, ist daher nur unter der Voraussetzung richtig, dass die Krümmung der Curve auf dieser Strecke sphärisch sei, d. h. dass die Brechungswinkel von oben nach unten und von unten nach oben gesehen einander gleich sind; eine Voraussetzung die auch bei dem trigonometrischen Nivellement mit gleichzeitigen und gegenseitigen Zenithdistancen gemacht wird und die ich am Harz nach zahlreichen Beobachtungen bei einer Entfernung von 6 Meilen und einem Höhenunterschiede von 3000 Fuss, im Mittel nahe bestätigt, im einzelnen aber bis zu dem zwanzigsten Theil der beobachteten terrestrischen Refraction abweichend gefunden habe.

Multiplicirt und dividirt man die Gl. **36** auf der rechten Seite mit va und führt dann nach Gl. **19** du ein, so erhält man

$$dR = \frac{vaA'}{2} \cdot du + \frac{va.du}{2}(B'x + C'x^2 + D'x^3 + \ldots.)$$

Es ist aber

$$\frac{vaA'}{2} = -\frac{vae}{2} = \frac{-vaP\rho'}{2(1+P\rho')}e_0 = \frac{aP\rho'(N+p)}{2(1+P\rho')(1+mt')} = k,$$

wo k nach Gl. **23** der Coefficient der irdischen Strahlenbrechung ist.

Da u eine Funktion von x ist, so ist auch x eine Funktion von u; könnte man daher x durch u ausdrücken, so liesse sich die Refraction auch als Funktion von u darstellen; allein die Abhängigkeit zwischen u und x ist durch eine höhere Gleichung (**24**) bestimmt, die eine allgemeine Auflösung nicht gestattet. Die Integration von xdu, $x^2du \ldots$ kann daher allgemein genommen nur angedeutet werden, so dass man hat

$$\textbf{40.} \ldots\ldots\ldots R = k.u + \frac{va}{2}\int du(B'x + C'x^2 + D'x^3 + \ldots.)$$

Wenn dagegen x nur einen Theil der Höhe der Atmosphäre, z. B. den sechsten Theil beträgt, so dass es die Höhe von 3000 Toisen nicht übersteigt, so kann man wie oben

vor Gl. **26** gezeigt wurde, x durch u ausdrücken. Es ist nämlich für die terrestrischen Coefficienten

$$x = \frac{v\alpha\beta}{\sin^2\theta}\left(\frac{u^2}{1.2} + \frac{\gamma u^4}{1.2.3.4\sin^2\theta} + \ldots\right) + va\cot\theta\left(u + \frac{\gamma u^3}{1.2.3\sin^2\theta} + \ldots\right).$$

Hieraus folgt

$$\frac{x}{va} = \frac{\beta}{\sin\theta}\left(\frac{u^2}{1.2} + \frac{\gamma u^4}{1.2.3.4\sin^2\theta} + \ldots\right) + \cot\theta\left(u + \frac{\gamma u^3}{1.2.3\sin^2\theta} + \frac{\gamma^2 u^5}{1.2.3.4.5\sin^4\theta} + \ldots\right)$$

$$\frac{x^2}{v^2a^2} = \frac{\beta^2}{4\sin^4\theta}\cdot u^4 + \frac{2\beta\cot\theta}{\sin^2\theta}\left(\frac{u^3}{2} + \frac{3\gamma u^5}{1.2.3.4\sin^2\theta} + \ldots\right) + \cot^2\theta\left(u^2 + \frac{\gamma u^4}{3\sin^2\theta} + \ldots\right)$$

$$\frac{x^3}{v^3a^3} = \frac{3\beta^2\cot\theta}{4\sin^4\theta}\cdot u^5 + \frac{3\beta\cot^2\theta}{2\sin^2\theta}\cdot u^4 + \cot^3\theta\left(u^3 + \frac{3\gamma u^5}{1.2.3\sin^2\theta} + \ldots\right).$$

Schreibt man jetzt die Gl. **40** wie folgt

$$R = k.u + \frac{v^2a^2B^1}{2}\int\frac{x}{va}\,du + \frac{v^3a^3C^1}{2}\int\frac{x^2}{v^2a^2}\,du + \frac{v^4a^4D^1}{2}\int\frac{x}{v^3a^3}\,du$$

substituirt die obigen Werthe und integrirt, so erhält man

$$\mathbf{41}\ldots\ldots\ R = k.u + \frac{v^2a^2B'}{2}\left[\frac{\beta}{\sin^2\theta}\left(\frac{u^3}{1.2.3} + \frac{\gamma u^5}{1.2.3.4.5.\sin^2\theta} + \ldots\right)\right.$$
$$\left. + \cot\theta\left(\frac{u^2}{2} + \frac{\gamma u^4}{1.2.3.4\sin^2\theta} + \frac{\gamma^2u^6}{1.2.3.4.5.6.\sin^4\theta} + \ldots\right)\right]$$
$$+ \frac{v^3a^3C'}{2}\left[\frac{\beta^2u^5}{4.5\sin^4\theta} + \frac{2\beta\cot\theta}{\sin^2\theta}\left(\frac{u^4}{2.4} + \frac{3\gamma u^6}{1.2.3.4.6\sin^2\theta}\right) + \cot^2\theta\left(\frac{u^3}{3} + \frac{\gamma u^5}{3.5\sin^2\theta} + \ldots\right)\right]$$
$$+ \frac{v^4a^4D^1}{2}\left[\frac{3\beta^2\cot\theta}{4\sin^4\theta}\cdot\frac{u^6}{6} + \frac{3\beta\cot^2\theta}{2\sin^2\theta}\cdot\frac{u^5}{5} + \cot^3\theta\left(\frac{u^4}{4} + \frac{3\gamma u^6}{1.2.3.6\sin^2\theta} + \ldots\right)\right].$$

Dieser Ausdruck zur Bestimmung der terrestrischen Refraction reicht für jede sichtbare Entfernung aus. Ist die Entfernung S im Maasse des Krümmungs-Radius a gegeben, so ist $u = \frac{S}{a}$.

Setzt man dagegen in Gl. **40** für du seinen Werth aus Gl. **23** so ist

$$R = k.u + \frac{\sin\theta}{2}\int dx\left[\frac{1}{X^{\frac{1}{2}}} - \frac{\frac{1}{2}Y}{X^{\frac{3}{2}}} + \ldots\right](B'x + C'x^2 + \ldots)$$

daher

$$\mathbf{42}\ldots\ R = k.u + \frac{\sin\theta}{2}\left[B'O^2 + C'O^3 + \ldots - \frac{1}{2}(B''P^2 + C''P^3 + \ldots) + \ldots\right].$$

Die Coefficienten B'', C'', D''.... B''', C''', D'''... u. s. w. werden aus den Coefficienten unter Gl. **36** gefunden, wenn daselbst $A' = o$ gesetzt wird.

In den Integralen O^2, O^3... ist $X = \cos^2\theta + e''x$ und wenn man $x = \frac{r-a}{H}$ setzt, wo $r-a$ den Höhenunterschied zwischen zwei Stationen deren Entfernung $= u$ und H die

Höhe der Atmosphäre bedeuten, so giebt der Integral-Ausdruck eben so wie in Gl. **41** den Werth, um welchen die einfache Relation $k.u$ der terrestrischen Strahlenbrechung verbessert werden muss.

Aus den für R gefundenen Ausdrücken geht hervor, dass die irdische Strahlenbrechung nur dann durch die einfache Form ku dargestellt werden kann, wenn der Bogen u so klein ist, dass die übrigen Glieder verschwinden.

Es scheint, dass man mit Hülfe der letzten Gleichungen den Einfluss kennen lernen kann, welchen die Veränderlichkeit der terrestrischen Refraction auf die astronomische hervorbringt. Setzt man $u = u_0 + u_1$ und versteht unter u_0 die Entfernung eines terrestrischen Objects, welches unter der Zenithdistance θ erscheint, so müsste man, wenn aus Beobachtungen mit diesem irdischen Object der Coefficient nicht $= k$, sondern $= k'$ gefunden wurde, anstatt ku setzen $k'u_0 + ku_1$. Der Uebergang des terrestrischen Coefficienten von k in k' bringt daher bei der astronomischen Refraction einen Unterschied $= (k' - k)\, u_0$ hervor, der mit seinem Zeichen dem Werthe von R in Gl. **38** hinzugefügt werden muss. Hierbei ist aber ungewiss, wie gross u_0 zu wählen sei, oder mit andern Worten, wie hoch die terrestrische Veränderlichkeit der Refraction in die Atmosphäre hinaufreicht.

§ 3. Die bisher entwickelten Formeln gestatten die Berechnung der astronomischen und terrestrischen Refraction für jede Zenithdistance θ.

Die Gl. **32** giebt die Refraction von $\theta = 0$ bis $\theta = 82°$. Die Gl. **33** ist gültig von $\theta = 80°$ bis zum Horizont und über diesen hinaus. Im Horizonte selbst oder für $\theta = 90°$ geht sie in die Gl. **34** über, und für $\theta > 90°$ wechseln die ungeraden Potenzen von $\cos\theta$ die Zeichen.

Die erste Gleichung bietet für den practischen Gebrauch keinerlei Schwierigkeit dar, die Rechnung nach der zweiten dagegen ist weitläufig und beschwerlich; ich werde deshalb versuchen, ihr für Zenithdistancen in der Nähe des Horizontes eine bequemere Form zu geben. In dieser Absicht soll in Gl. **33** jede Horizontalreihe für sich betrachtet werden.

Schreibt man die Integrale $o', o'', o''' \ldots$ wie folgt

$$2.\,0_1 = \frac{2}{e'}\;(X^{\frac{1}{2}} - \cos\theta)$$

$$2.\,0_2 = \frac{2}{3e'}(X^{\frac{1}{2}} - 1.\cos^2\theta.\,2\,0_1)$$

$$2.\,0_3 = \frac{2}{5e'}(X^{\frac{1}{2}} - 2.\cos^2\theta.\,2\,0_2)$$

$$2.\,0_4 = \frac{2}{7e'}(X^{\frac{1}{2}} - 3.\cos^2\theta.\,2\,0_3)$$

$$2.\,0_5 = \frac{2}{9e'}(X^{\frac{1}{2}} - 4.\cos^2\theta.\,2\,0_4)$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

so kann man den Factor 2 gegen den Divisor von $\sin\theta$ in der Gl. **33** fort lassen und man erhält in erster Reihe

$$= \sin\theta[\alpha' 0_1 + \beta' 0_2 + \gamma' 0_3 + \ldots].$$

Setzt man jetzt den Werth des ersten Integrals in das zweite, den des zweiten in das dritte u. s. w. so findet man

$$0_1 = \frac{1}{e'} X^{\frac{1}{2}} - \frac{\cos\theta}{e'}$$

$$0_2 = \left(\frac{1}{3e'} - \frac{2\cos^2\theta}{3e'^2}\right) X^{\frac{1}{2}} + \frac{2\cos^3\theta}{3e'^2}$$

$$0_3 = \left(\frac{1}{5e'} - \frac{2}{3}\cdot\frac{2}{5}\cdot\frac{\cos^2\theta}{e'^2} + 2^2\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{5}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}\right) X^{\frac{1}{2}} - 2^2\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{5}\frac{\cos^5\theta}{e'^3}$$

$$0_4 = \left(\frac{1}{7e'} - 2\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\frac{\cos^2\theta}{e'^2} + 2^2\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\frac{\cos^4\theta}{e'^4} - 2^3\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\frac{\cos^6\theta}{e'^4}\right) X^{\frac{1}{2}} + 2^3\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\frac{\cos^7\theta}{e'^4}$$

$$0_5 = \left(\frac{1}{9e'} - 2\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\frac{\cos\theta}{e'^2} + 2^2\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\frac{\cos^4\theta}{e'^3} - 2^3\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\frac{\cos^6\theta}{e'^4} + 2^4\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\frac{\cos^8\theta}{1'^5}\right) X^{\frac{1}{2}}$$
$$- 2^4\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\frac{\cos^9\theta}{e'^5}$$

$$0_6 = \left(\frac{1}{11e'} - 2\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\frac{\cos^2\theta}{e'^2} + 2^2\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\frac{\cos^4\theta}{e'^3} - 2^3\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\frac{\cos^6\theta}{e'^4} + 2^4\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\frac{\cos^8\theta}{e'^5}\right.$$
$$\left. - 2^5\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\frac{1}{11}\frac{\cos^{10}\theta}{e'^6}\right) X^{\frac{1}{2}} + 2^5\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\frac{\cos^{11}\theta}{e'^6}$$

$$\vdots$$

Multiplicirt man die erste Reihe mit α', die zweite mit β'.... so erhält man die Producte $\alpha' . 0_1$, $\beta' . 0_2$.... und wenn man dieselben summirt, so findet man auf der rechten Seite die constanten Coefficienten welche gleichen Potenzen von $\cos\theta$ zugehören.

Werden die Coefficienten der geraden Potenzen von $\cos\theta$ durch a, b, c, d.... die der ungeraden durch $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}, \mathfrak{d}$.... bezeichnet so findet man

$$a = \alpha' + \frac{\beta'}{3} + \frac{\gamma'}{5} + \frac{\delta'}{7} + \frac{\varepsilon'}{9} + \frac{\zeta'}{11} + \frac{\eta'}{13} + \frac{\vartheta'}{15} + \ldots$$

$$b = -\left(\frac{\beta'}{3} + \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{5}\gamma' + \frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\delta' + \frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\varepsilon' + \frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\zeta' + \frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' + \ldots\right).2$$

$$c = \left(\frac{2}{3}\cdot\frac{1}{5}\gamma' + \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\delta' + \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\varepsilon' + \frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\zeta' + \frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' + \ldots\right).4$$

$$d = -\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{1}{7}\delta' + \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\varepsilon' + \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\zeta' + \frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' + \ldots\right).8$$

$$e = \left(\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{1}{9}\varepsilon' + \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\zeta' + \frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' + \ldots\right).16$$

$$f = -\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{1}{11}\zeta' + \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' + \ldots\ldots\right).32$$

$$g = \left(\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{1}{13}\eta' \ldots\right).64$$

$$\vdots$$

*

$$\mathfrak{a} = -\alpha' \;;\quad \mathfrak{b} = \frac{2\beta'}{3} \;;\quad \mathfrak{c} = -\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{5}\gamma' \;;\quad \mathfrak{d} = \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{8}{7}\delta'$$

$$\mathfrak{e} = -\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{16}{9}\varepsilon' \;;\quad \mathfrak{f} = \frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{32}{11}\zeta'$$

$$\mathfrak{g} = -\frac{2}{3}\cdot\frac{3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{64}{13}\eta'$$

und daher die erste Horizontalreihe der Gl. **33**

$$\mathbf{43.} \ldots \sin\theta\left[\left(\frac{a}{e'}+\frac{b\cos^2\theta}{e'^2}+\frac{c\cos^4\theta}{e'^3}+\frac{d\cos^6\theta}{e'^4}+\frac{e\cos^8\theta}{e'^5}+\frac{f\cos^{10}\theta}{e'^6}+\frac{g\cos^{12}\theta}{e'^7}+\right)X^{\frac{1}{2}}\right.$$
$$\left.+\frac{\mathfrak{a}\cos\theta}{e'}+\frac{\mathfrak{b}\cos^3\theta}{e'^2}+\frac{\mathfrak{c}\cos^5\theta}{e'^3}+\frac{\mathfrak{d}\cos^7\theta}{e'^4}+\frac{\mathfrak{e}\cos^9\theta}{e'^5}+\frac{\mathfrak{f}\cos^{11}\theta}{e'^6}+\frac{\mathfrak{g}\cos^{13}\theta}{e'^7}\Big)\right].$$

Da $X^{\frac{1}{2}} = (e' + \cos^2\theta)^{\frac{1}{2}}$, so kann man unter der Voraussetzung, dass $\cos^2\theta < e'$ ist, nach dem binomischen Satz entwickeln, welches giebt:

$$X^{\frac{1}{2}} = e'^{\frac{1}{2}} + \frac{\cos^2\theta}{2e'^{\frac{1}{2}}} - \frac{1.1\cos^4\theta}{2.4\;e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{1.1.3\cos^6\theta}{2.4.6\;e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{1.1.3.5\cos^8\theta}{2.4.6.8\;e'^{\frac{7}{2}}} + \ldots.$$

und nun erhält man die Producte der einzelnen Glieder in dem vorigen Ausdruck

$$\frac{aX^{\frac{1}{2}}}{e'} = \frac{a}{e'^{\frac{1}{2}}} + \frac{a\cos^2\theta}{2.e'^{\frac{3}{2}}} - \frac{1.1.a\cos^4\theta}{2.4\;\;e'^{\frac{5}{2}}} + \frac{1.1.3.a\cos^6\theta}{2.4.6\;\;e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{1.1.3.5\,a\cos^8\theta}{2.4.6.8\;\;e'^{\frac{9}{2}}} + \ldots.$$

$$+\frac{b\cos^2\theta\,X^{\frac{1}{2}}}{e'^2} = \quad +\frac{b\cos^2\theta}{e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{b\cos^4\theta}{2\,e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{1.1.b\cos^6\theta}{2.4\;\;e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{1.1.3}{2.4.6}\cdot\frac{b\cos^8\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} - \ldots.$$

$$+\frac{c\cos^4\theta\,X^{\frac{1}{2}}}{e'^3} = \quad +\frac{c\cos^4\theta}{e'^{\frac{5}{2}}} + \frac{c\cos^6\theta}{2\,e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{1.1}{2.4}\cdot\frac{c\cos^8\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \ldots.$$

$$+\frac{d\cos^6\theta\,X^{\frac{1}{2}}}{e'^4} = \quad +\frac{d\cos^6\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{d\cos^8\theta}{2\,e'^{\frac{9}{2}}} - \ldots.$$

$$+\frac{e\cos^8\theta\,X^{\frac{1}{2}}}{e'^5} = \quad +\frac{e\cos^8\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \ldots.$$

$$\vdots$$

Werden die Summen der verticalen Columnen mit I, I^{II}, I^{IV}.... bezeichnet, so findet man

$$I \;= a \;;\quad I^{II} = \frac{1}{2}a + b \;;\quad I^{IV} = -\frac{1.1}{2.4}a + \frac{1}{2}b + c$$

$$I^{VI} = \frac{1.1.3}{2.4.6}a - \frac{1.1}{2.4}b + \frac{1}{2}c + d$$

$$I^{VIII} = \frac{1.1.3.5}{2.4.6.8}a + \frac{1.1.3}{2.4.6}b - \frac{1.1}{2.4}c + \frac{1}{2}d + e$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

und daher die erste Horizontalreihe der Gl. **33**

44. $$\sin\theta\Big[\frac{I}{e'^{\frac{1}{2}}}+\frac{I^{II}\cos^2\theta}{e'^{\frac{3}{2}}}+\frac{I^{IV}\cos^4}{e'^{\frac{5}{2}}}+\frac{I^{VI}\cos^6\theta}{e'^{\frac{7}{2}}}+\frac{I^{VIII}\cos^8\theta}{e'^{\frac{9}{2}}}+\frac{I^{X}\cos^{10}\theta}{e'^{\frac{11}{2}}}+\frac{I^{XII}\cos^{12}\theta}{e'^{\frac{13}{2}}}+\ldots$$
$$+\frac{\mathfrak{a}\cos\theta}{e'}+\frac{\mathfrak{b}\cos^3\theta}{e'^2}+\frac{\mathfrak{c}\cos^5\theta}{e'^3}+\frac{\mathfrak{d}\cos^7\theta}{e'^4}+\frac{\mathfrak{e}\cos^9\theta}{e'^5}+\frac{\mathfrak{f}\cos^{11}\theta}{e'^6}+\frac{\mathfrak{g}\cos^{13}\theta}{e'^7}+\ldots\Big].$$

Die zweite Horizontalreihe in Gl. **33** giebt nach Unterdrückung des Factors und Divisors 2

$$\sin\theta.\tfrac{1}{2}[A''p_1+B''p_2+C''p_3+D''p_4+E''p_5+\ldots.]$$

Hier ist

$$p_1=\Big(\frac{1}{3e'}-\frac{2.2}{3}\frac{\cos^2\theta}{e'^2}-\frac{2.4}{3}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}\Big)X^{-\frac{1}{2}}+\frac{2.4}{3}\frac{\cos^3\theta}{e'^3}$$

$$p_2=\Big(\frac{1}{5e'}-\frac{2\cos^2\theta}{5e'^2}+\frac{2.4\cos^4\theta}{5e'^3}+\frac{2.8\cos^6\theta}{5e'^4}\Big)X^{-\frac{1}{2}}-\frac{2}{5}\frac{8\cos^5\theta}{e'^4}$$

$$p_3=\Big(\frac{1}{7e'}-\frac{2}{5}\cdot\frac{4}{7}\frac{\cos^2\theta}{e'^2}+\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}-2^2\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{4}{7}\frac{\cos^6\theta}{e'^4}-2^2\cdot\frac{8}{5}\cdot\frac{4}{7}\frac{\cos^8\theta}{e'^5}\Big)X^{-\frac{1}{2}}+\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{8\cos^7\theta}{e'^5}$$

$$p_4=\Big(\frac{1}{9e'}-\frac{2}{7}\cdot\frac{5}{9}\frac{\cos^2\theta}{e'^2}+\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}-\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\frac{\cos^6\theta}{e'^4}+\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{4\cos^8\theta}{e'^5}+\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{8\cos^{10}\theta}{e'^6}\Big)X^{-\frac{1}{2}}$$
$$-\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{8\cos^9\theta}{e'^6}$$

$$p_5=\Big(\frac{1}{11e'}-\frac{2}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{\cos^2\theta}{e'^2}+\frac{2^2}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}-\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\frac{\cos^6\theta}{e'^4}+\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\frac{\cos^8\theta}{e'^5}-\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot4\frac{\cos^{10}\theta}{e'^6}$$
$$-\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot8\frac{\cos^{12}\theta}{e'^7}\Big)X^{-\frac{1}{2}}+\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot8\frac{\cos^{11}\theta}{e'^7}$$

$$p_6=\Big(\frac{1}{13e'}-\frac{2}{11}\cdot\frac{7}{13}\frac{\cos^2\theta}{e'^2}+\frac{2^2}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\frac{\cos^4\theta}{e'^3}-\frac{2^3}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\frac{\cos^6\theta}{e'^4}+\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\frac{\cos^8\theta}{e'^5}$$
$$-\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\frac{\cos^{10}\theta}{e'^6}+\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot4\frac{\cos^{12}\theta}{e'^7}+\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}8\frac{\cos^{14}\theta}{e'^8}\Big)X^{-\frac{1}{2}}$$
$$-\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot8\frac{\cos^{13}\theta}{e'8}$$

$$\vdots \qquad\qquad\qquad\qquad \vdots$$

Multiplicirt man die erste Reihe mit A'', die zweite mit B'' u. s. w. und summirt dann die verticalen Columnen, so findet man

$$a''=\frac{A''}{3}+\frac{B''}{5}+\frac{C''}{7}+\frac{D''}{9}+\frac{E''}{11}+\frac{F''}{13}+\frac{G''}{15}+$$

$$b''=-\frac{4}{3}A''-\frac{2}{5}B''-\frac{2}{5}\cdot\frac{4}{7}C''-\frac{2}{7}\cdot\frac{5}{9}D''-\frac{2}{9}\cdot\frac{6}{11}E''-\frac{2}{11}\cdot\frac{7}{13}F''-\frac{2}{13}\cdot\frac{8}{15}G''$$

$$c''=-\frac{8}{3}A''+\frac{8}{5}B''+\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}C''+\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}D''+\frac{2^2}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}E''+\frac{2^2}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}F''+\frac{2^2}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}G''$$

$$d''=\frac{2.8}{5}B''-\frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot4\,C''-\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}D''-\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}E''-\frac{2^3}{7}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}F''-\frac{2^3}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}G''$$

$$e'' = \frac{2^2.8}{5}\cdot\frac{4}{7}\,C'' + \frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot 4\,D'' + \frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\,E'' + \frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\,F'' + \frac{2^4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\,G''$$

$$f'' = +\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot 8\,D'' - \frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot 4\,E'' - \frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\,F'' - \frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\,G''$$

$$g'' = -\frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot 8\,E'' + \frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\,4\,F'' + \frac{2^6}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\,G''$$

$$h'' = +\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot 8\,F'' - \frac{2^6}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\cdot 4\,G''$$

$$i'' = +\frac{2^6}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\cdot 8\,G''$$

ferner

$$\mathfrak{a}' = \frac{8}{3}A''\ ;\ \mathfrak{b}' = -\frac{2.8}{5}B''\ ;\ \mathfrak{c}' = \frac{2^2}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot 8\,C''\ ;\ \mathfrak{d}' = -\frac{2^3}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot 8\,D''\ ;\ \mathfrak{e}' = \frac{2^4}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot 8\,E''\ ;$$

$$\mathfrak{f}' = -\frac{2^5}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot 8\,F''\ ;\ \mathfrak{g}' = \frac{2^6}{5}\cdot\frac{4}{7}\cdot\frac{5}{9}\cdot\frac{6}{11}\cdot\frac{7}{13}\cdot\frac{8}{15}\cdot 8\,G''.$$

Durch die Einführung dieser Werthe geht der obige Ausdruck über in

$$\textbf{45.}\ \sin\theta.\frac{1}{2}\Big[\Big(\frac{a''}{e'} + \frac{b''\cos^2\theta}{e'^2} + \frac{c''\cos^4\theta}{e'^3} + \frac{d''\cos^6\theta}{e'^4} + \frac{e''\cos^8\theta}{e'^5} + \frac{f''\cos^{10}\theta}{e'^6} + \frac{g''\cos^{12}\theta}{e'^7} + \Big)X^{-\frac{1}{2}}$$

$$+\frac{\mathfrak{a}'\cos^3\theta}{e'^3} + \frac{\mathfrak{b}'\cos^5\theta}{e'^4} + \frac{\mathfrak{c}'\cos^7\theta}{e'^5} + \frac{\mathfrak{d}'\cos^9\theta}{e'^6} + \frac{\mathfrak{e}'\cos^{11}\theta}{e'^7} + \frac{\mathfrak{f}'\cos^{13}\theta}{e'^8} + \frac{\mathfrak{g}'\cos^{15}\theta}{e'^9} + \ldots\Big].$$

Nun ist

$$X^{-\frac{1}{2}} = (e' + \cos^2\theta)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{e'^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{2}\,\frac{\cos^2\theta}{e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{\cos^4\theta}{e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{1.3.5}{2.4.6}\,\frac{\cos^6\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8}\,\frac{\cos^8\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} - \ldots$$

Die Producte der einzelnen Glieder in $X^{-\frac{1}{2}}$ geben daher

$$\begin{aligned}
\frac{a''X^{-\frac{1}{2}}}{e'} &= \frac{a''}{e'^{\frac{3}{2}}} - \frac{a''}{2}\,\frac{\cos^2\theta}{e'^{\frac{5}{2}}} + \frac{a''.1.3}{2.4}\,\frac{\cos^4\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{a''1.3.5}{2.4.6}\,\frac{\cos^6\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{a''1.3.5.7}{2.4.6.8}\,\frac{\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} - \ldots\ldots \\
\frac{b''\cos^2\theta\,X^{-\frac{1}{2}}}{e'^2} &= \frac{b''\cos^2\theta}{e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{b''1}{2}\,\frac{\cos^4\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{b''1.3}{2.4}\,\frac{\cos^6\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} - \frac{b''.1.3.5}{2.4.6}\,\frac{\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} + \ldots\ldots \\
\frac{c''\cos^4\theta\,X^{-\frac{1}{2}}}{e'^3} &= \frac{c''\cos^4\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{c''1.}{2}\,\frac{\cos^6\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{c''.1.3}{2.4}\,\frac{\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} - \ldots\ldots \\
\frac{d''\cos^6\theta\,X^{-\frac{1}{2}}}{e'^4} &= +\frac{d''\cos^6\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} - \frac{d''1}{2}\,\frac{\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} + \ldots\ldots \\
\frac{e''\cos^8\theta\,X^{-\frac{1}{2}}}{e'^5} &= +\frac{e''\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} - \ldots\ldots
\end{aligned}$$

und hieraus erhält man durch Summirung der verticalen Columnen

$$II \quad = \frac{1}{2} a''$$

$$II^{II} = \frac{1}{2}\left(b'' - \frac{a''}{2}\right)$$

$$II^{IV} = \frac{1}{2}\left(c'' - \frac{b''}{2} + \frac{1.3}{2.4} a''\right)$$

$$II^{VI} = \frac{1}{2}\left(d'' - \frac{c''}{2} + \frac{1.3}{2.4} b'' - \frac{1.3.5\, a''}{2.4.6}\right)$$

$$II^{VIII} = \frac{1}{2}\left(e'' - \frac{d''}{2} + \frac{1.3}{2.4} c'' - \frac{1.3.5\, b''}{2.4.6} + \frac{1.3.5.7\, a''}{2.4.6.8}\right)$$

und nun die zweite Horizontalreihe der Gl. **33**

$$\textbf{46.} \ldots \sin\theta \left[\frac{II}{e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{II^{II}\cos^2\theta}{e'^{\frac{5}{2}}} + \frac{II^{IV}\cos^4\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{II^{VI}\cos^6\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{II^{VIII}\cos^8\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} + \frac{II^{X}\cos^{10}\theta}{e'^{\frac{13}{2}}} + \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{\mathfrak{a}'\cos^3\theta}{e'^3} + \frac{\mathfrak{b}'\cos^5\theta}{e'^4} + \frac{\mathfrak{c}'\cos^7\theta}{e'^5} + \frac{\mathfrak{d}'\cos^9\theta}{e'^6} + \frac{\mathfrak{e}'\cos^{11}\theta}{e'^7} + \ldots \right].$$

In gleicher Weise findet man die dritte Horizontalreihe der Gl. **33**

$$\textbf{47.} \ldots \sin\theta \left[\frac{III}{e'^{\frac{5}{2}}} + \frac{III^{II}\cos^2\theta}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{III^{IV}\cos^4\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{III^{VI}\cos^6\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} + \frac{III^{VIII}\cos^8\theta}{e'^{\frac{13}{2}}} + \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{\mathfrak{a}''\cos^5\theta}{e'^5} + \frac{\mathfrak{b}''\cos^7\theta}{e'^6} + \frac{\mathfrak{c}''\cos^9\theta}{e'^7} + \frac{\mathfrak{d}''\cos^{11}\theta}{e'^8} + \ldots \right]$$

und die vierte Horizontalreihe

$$\textbf{48.} \ldots \sin\theta \left[\frac{IV}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{IV^{II}\cos^2\theta}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{IV^{IV}\cos^4\theta}{e'^{\frac{11}{2}}} + \frac{IV^{VI}\cos^6\theta}{e'^{\frac{13}{2}}} + \frac{IV^{VIII}\cos^8\theta}{e'^{\frac{15}{2}}} + \frac{IV^{X}\cos^{10}\theta}{e'^{\frac{17}{2}}} + \ldots \right.$$
$$\left. + \frac{\mathfrak{a}'''\cos^7\theta}{e'^7} + \frac{\mathfrak{b}'''\cos^9\theta}{e'^8} + \frac{\mathfrak{c}'''\cos^{11}\theta}{e'^9} + \frac{\mathfrak{d}'''\cos^{13}\theta}{e'^{10}} + \frac{\mathfrak{e}'''\cos^{15}\theta}{e'^{11}} + \ldots \right].$$

Die Reihen **43**, **45** u. s. w. sind die vollständige Entwickelung der einzelnen Horizontalreihen in Gl. **33**, sie haben daher auch die nämliche Gültigkeit wie diese Gleichung selbst. Die Gleichungen **44**, **46**, **47**, **48**... convergiren aber nur so lange wie $\cos^2\theta < e'$ ist. Die Grenze der Convergenz findet statt wenn $\cos^2\theta = e'$ wird. Summirt man diese 4 letzten Gleichungen unter Berücksichtigung der Zeichen in Gl. **33** und bezeichnet man die verticalen Summen ihrer Glieder durch Σ, Σ_2, $\Sigma_4 \ldots$ so findet man

$$\Sigma = \frac{I}{e'^{\frac{1}{2}}} - \frac{II}{e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{III}{e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{IV}{e'^{\frac{7}{2}}} + \dots$$

$$\Sigma_2 = \frac{I^{II}}{e'^{\frac{3}{2}}} - \frac{II^{II}}{e'^{\frac{3}{2}}} + \frac{III^{II}}{e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{IV^{II}}{e'^{\frac{9}{2}}} + \dots$$

$$\Sigma_4 = \frac{I^{IV}}{e'^{\frac{5}{2}}} - \frac{II^{IV}}{e'^{\frac{7}{2}}} + \frac{III^{IV}}{e'^{\frac{9}{2}}} - \frac{IV^{IV}}{e'^{\frac{11}{2}}} + \dots$$

$$\Sigma_6 = \frac{I^{VI}}{e'^{\frac{7}{2}}} - \frac{II^{VI}}{e'^{\frac{9}{2}}} + \frac{III^{VI}}{e'^{\frac{11}{2}}} - \frac{IV^{VI}}{e'^{\frac{13}{2}}} + \dots$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

$$\Sigma_1 = \frac{\mathfrak{a}}{e'}$$

$$\Sigma_3 = \frac{\mathfrak{b}}{e'^2} - \frac{\mathfrak{a}'}{e'^3}$$

$$\Sigma_5 = \frac{\mathfrak{c}}{e'^3} - \frac{\mathfrak{b}'}{e'^4} + \frac{\mathfrak{a}''}{e'^5}$$

$$\Sigma_7 = \frac{\mathfrak{d}}{e'^4} - \frac{\mathfrak{c}'}{e'^5} + \frac{\mathfrak{b}''}{e'^6} - \frac{\mathfrak{a}'''}{e'^7}$$

$$\vdots \qquad \vdots$$

Die Gleichung **33** ist hierdurch in einen von $\cos\theta$ unabhängigen und einen von $\cos\theta$ und seinen Potenzen abhängigen Theil zerlegt. Aus Gl. **33** ist dadurch, dass $\cos\theta = 0$ gesetzt wurde, die Gl. **34** oder die Horizontal-Refraction hervorgegangen; daher wird auch hier der von $\cos\theta$ unabhängige Theil, also Σ die Horizontal-Refraction geben müssen, wie sich leicht an den einzelnen Gliedern $\frac{I}{e'^{\frac{1}{2}}}, \frac{II}{e'^{\frac{3}{2}}} \dots$ nachweisen lässt. Bezeichnet man die Horizontal-Refraction in Secunden durch R'', so ist $R'' = \frac{\Sigma}{\sin 1''}$ und man erhält die Refraction in der Nähe des Horizontes bei der Zenithdistance θ

$$\textbf{49.} \dots R = \sin\theta \Big[R'' + \frac{\Sigma_2 \cos^2\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_4 \cos^4\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_6 \cos^6\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_8 \cos^8\theta}{\sin 1''} + \dots$$
$$+ \frac{\Sigma_1 \cos\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_3 \cos^3\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_5 \cos^5\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_7 \cos^7\theta}{\sin 1''} + \dots \Big].$$

Der Gebrauch dieser Reihe in der Nähe des Horizontes ist bequem, allein ihre Convergenz ist abhängig von der der entwickelten Binomen $X^{\frac{1}{2}}, X^{-\frac{1}{2}} \dots$ und hört auf, sobald $\cos^2\theta = e$ wird; ja man müsste eine grosse Anzahl von Gliedern entwickeln, wenn sie bis zu dieser Grenze Gültigkeit haben sollte.

§ 4. Constitution der Atmosphäre.

1. Bestimmung der Fundamental-Constanten.

Die Dimensionen der Erde werden nach Bessel's Bestimmung vom Jahr 1841 wie folgt angenommen:

Die halbe grosse Axe $A = 3272077{,}^T14$
» » kleine Axe $B = 3261139, 33$
der mittlere Erdradius $a = \sqrt{AB} = 3266603^T$
$\log ee = 7{,}8244104 - 10$
der Krümmungsradius $\mathfrak{R} = \frac{A\,(1-ee)}{(1-ee\sin^2\varphi - ee\cos^2\varphi\sin^2\alpha)\sqrt{1-ee\sin^2\varphi}}$.

Wenn d das specifische Gewicht der Luft, Q das des Quecksilbers bedeutet und L die Höhe der Luftsäule darstellt, welche der Quecksilbersäule im Barometer das Gleichgewicht hält, alles bei 0° Temperatur genommen, so ist

$$d.L = Q.B.$$

Biot und Arago fanden (Gehlers physik. Wörterbuch IV Band, 1515—1530)

$$d = 0{,}00129902417$$
$$Q = 13{,}5972.$$

B, der Barometerstand unter 45° Breite im Niveau des Meeres, in Toisen ist

$$= \frac{336{,}^L905}{864^L}.$$

Daraus folgt $L = \frac{Q.B}{d} = 4081{,}^T56$ also $N = \frac{1}{L} = \frac{1}{4081{,}56}$.

Eben so fanden dieselben Gelehrten die absolute Brechungskraft der Luft, bei 0° Wärme und $336{,}^L905$ Barometerstand,

$$P(\rho) = 0{,}00058917.$$

Bedeutet nun $P\rho'$ die absolute Brechungskraft auf irgend einem beliebigem Standpunkte, wo der auf 0° reducirte Barometerstand $= b'$ in Pariser Linien; die Lufttemperatur $= t'$, die Höhe über dem Meere $= h'$, die geographische Breite $= \varphi'$ gefunden werden, so erhält man

$$P\rho' = \frac{P(\rho)\,b'\,(1-\beta\cos 2\varphi')}{336{,}905\,(1-\beta\cos 2\varphi')\,(1+mt')\left(1+\frac{h'}{a}\right)^2} \text{ oder } P\rho' = \frac{P(\rho).b'}{336{,}^L905\,(1+mt')\left(1+\frac{h'}{a}\right)^2}$$

wo $\beta = 0{,}00260434$ angenommen werden kann.

m ist hier der Ausdehnungs-Coefficient der Luft, nach Rudberg und Magnus für t' in Centigraden $= 0{,}003665$; für t' in Reaumurschen Graden $= 0{,}004580$.

2. Jeder Werth von $\varepsilon = \frac{N}{\sqrt{n}}$ (Gl. **16**) bedingt eine besondere völlig bestimmte Constitution der Atmosphäre, so dass sich alle auf die Refraction bezüglichen Constanten bestimmen lassen sobald ε bekannt ist.

Wir haben im Laufe der Untersuchung bei den Gleichungen von **11** bis **13** folgende Ausdrücke eingeführt:

$$1)\ \varepsilon = \frac{N}{\sqrt{n}}$$

$$2)\ \frac{t-t'}{r-a} = \frac{\alpha r^2}{a^2}$$

$$3)\ n = p^2 - 4(1+mt')q$$

$$4)\ p = m\alpha + 2\left(\frac{1+mt'}{a}\right)$$

$$5)\ q = \frac{4m\alpha}{a} + \frac{1+mt'}{a^2}$$

$$6)\ w = \frac{p+\sqrt{n}}{2(1+mt')}$$

$$7)\ v = \frac{p-\sqrt{n}}{2(1+mt')}$$

$$8)\ H = -\frac{1}{v} = -\frac{2(1+mt')}{p-\sqrt{n}}$$

$$9)\ k = \frac{aP\rho'(N+p)}{2(1+P\rho')(1+mt')}.$$

Aus 1) erhält man $\sqrt{n} = \frac{N}{\varepsilon}$ und $n = \left(\frac{N}{\varepsilon}\right)^2$.

Aus 4) und 5) folgt $q = \frac{4p}{a} - \frac{7(1+mt')}{a^2}$.

Diesen Werth in 3) gesetzt giebt

$$10)\ n = p^2 - \frac{16(1+mt')p}{a} + \frac{28(1+mt')^2}{a^2}$$

und daraus folgt
$$11)\ p = \frac{8(1+mt')}{a} \pm \sqrt{n + \frac{36(1+mt')^2}{a^2}}$$

wo das Minuszeichen vor der Wurzelgrösse gültig ist.

Setzt man den Werth von $\sqrt{n}$ aus 10) in 8) und bestimmt p, so findet man

$$12)\ p = \frac{\left[7\left(\frac{H}{a}\right)^2 - 1\right](1+mt')}{H\left[1+4\left(\frac{H}{a}\right)\right]}$$

Aus 4) folgt $\alpha = \frac{1}{m}\left[p - 2\left(\frac{1 + mt'}{a}\right)\right]$

und wenn für p der Werth aus 12) gesetzt wird,

$$13)\ \alpha = -\frac{\left(1 + \frac{H}{a}\right)^2 (1 + mt')}{mH\left[1 + 4\left(\frac{H}{a}\right)\right]}.$$

Aus 2) erhält man $\alpha = \frac{a^2(t-t')}{r^2(r-a)} = \frac{t-t'}{\left(1 + \frac{r-a}{a}\right)^2 (r-a)} = \frac{t-t'}{\left(1 + \frac{H}{a}\right)^2 . H}$,

daher $t = t' + \alpha\left(1 + \frac{H}{a}\right)^2 . H$ und für α den Werth aus 13) gesetzt giebt

$$14)\ t = t' - \frac{\left(1 + \frac{H}{a}\right)^4 (1 + mt')}{m\left[1 + 4\left(\frac{H}{a}\right)\right]}.$$

In ähnlicher Weise könnte man alle obigen Grössen durch die Höhe der Atmosphäre H ausdrücken, auch ε selbst; denn man erhält aus 8) $\varepsilon = \frac{NH}{Hp + 2(1 + mt')}$, und für p den Werth aus 12) gesetzt, giebt ε als Funktion von H.

Wenn umgekehrt ε gegeben ist, so erhält man $\sqrt{n}$ und n direct, und damit p, v, w und H...... Die Gleichungen 10) und 12) dienen dazu, um für eine gegebene Höhe der Atmosphäre $= H$, den zugehörigen Werth von ε zu finden. Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht von den Constitutionen der Atmosphäre für 5 verschiedene Werthe von ε bei 8° R. und 336,905 Par. Lin. Barometerstand.

№	ε	log w	log v	Höhe der Atmosphäre H	Wärmeabnahme für 1 Toise α	Wärmeabnahme für 1° R.	Coeffic. der Strahlenbr. k	Temperatur t
				T	°	T		
1	3,75	4,0831922—10	$5,7910877_n$	—1016177,53	—0,0138555	72,17	0,163040	—218,37
2	4,00	4,0828721—10	$5,7624980_n$	—1017278,34	—0,0129643	77,12	0,166692	—218,38
3	4,266375	4,0825310—10	$5,7339015_n$	—1018454,34	—0,0121298	82,44	0,170121	—218.38
4	4,5	4,0822434—10	$5,7102237_n$	—1019488,40	—0,0114779	87,11	0,172785	—218,70
5	5,0	4,0815904—10	$5,6633454_n$	—1021709,73	—0,0102912	97,17	0,177655	—218,40

Die Werthe von № 3 geben die Constitution der Atmosphäre, die Lubbock seiner Darstellung der astron. Refraction zum Grunde gelegt hat, indem er von der beobachteten Horizontal-Refraction ausging.

Bemerkenswerth in der obigen Tabelle ist, dass die Temperatur an der Grenze der Atmosphäre constant und $= -\frac{1}{m}$ wird. Der Grund davon ist darin zu suchen, dass bei einer Temperatur t das Volumen einer Luftmasse $v = 1 + mt$ ist; an der Grenze der Atmosphäre wird $v = 0$ und daraus folgt $t = -\frac{1}{m}$.

*

Der Ausdruck $v(1-mt)$ führt auf die Ungereimtheit, dass für $mt=1$ das Volumen verschwindet. Es folgt daraus, dass in aller Strenge das Volumen nicht durch das einfache Integral $\int dm$ gefunden werden kann, und dass auch die höhern Differentiale dabei in Betracht gezogen werden müssen.

§ 5. Bestimmung des Coefficienten *k*.

Aus der gegenseitigen Abhängigkeit der Constanten im vorigen Artikel geht hervor, dass man die übrigen finden kann sobald eine gegeben ist.

Zur Bestimmung von α ist die Ermittelung des Temperatur- und Höhen-Unterschiedes erforderlich, was durch ein Nivellement in Verbindung mit Thermometer-Beobachtungen erreicht werden kann; allein die Thermometer geben nur die Temperatur der die Quecksilberkugel unmittelbar umschliessenden Luftschichten an, und die Voraussetzung, dass ihr arithmetisches Mittel auch die mittlere Temperatur der ganzen zwischen ihnen befindlichen Luftschicht sei, ist zu unsicher um etwas darauf bauen zu können.

Da die Wärmeabnahme eben so wie die Strahlenbrechung mit der Tageszeit variirt, so reicht eine einzelne Bestimmung überhaupt nicht aus, und selbst dann nicht, wenn sie sich wie bei Gay-Lussac's Luftfahrt auf eine beträchtliche Höhe bezieht. Die grösste Höhe, welche Gay-Lussac's Ballon erreichte, betrug 3580^T. Die Thermometer zeigten unten 24°,6 R., oben — 7°,6 R. Daraus folgt eine Wärmeabnahme von 1° R. für $111^T,8$, was nach der Tabelle für ε einen Werth von mindestens 6 geben würde, der entschieden zu gross ist. Summirt man aber die Temperatur-Differenzen zwischen den einzelnen Stationen ohne Rücksicht auf ihr Zeichen, so findet man ihre Summe $= 45°,8$ und dies giebt eine Wärmeabnahme von 1° für $78^T,17$. Diesem Werthe entspricht in der Tabelle ein ε, welches wenig grösser als 4 ist, und sich der Annahme von Lubbock nähert. Hierbei wird angenommen, dass die einzelnen Luftschichten sich so anordnen lassen, dass sie sämmtlich Wärmeabnahme zeigen, und dass sie nur durch Strömungen in der Atmosphäre deplacirt worden sind. Am sichersten wird die Temperatur einer Luftschicht durch die Strahlenbrechung selbst gemessen, deshalb verdient die Bestimmung des terrestrischen Coefficienten k aus gleichzeitigen und gegenseitigen Zenithdistancen den Vorzug. Obgleich Bestimmungen dieses Coefficienten in grosser Zahl vorhanden sind, so hatten sie bisher doch keinen andern Zweck, als eine brauchbare Grösse für trig. Höhenmessungen zu liefern; ihr mittlerer Werth bezieht sich daher nur auf eine für die Höhenmessung günstige Tageszeit und kann deswegen nicht als der eigentliche Mittelwerth angesehen werden. Eine Herleitung desselben aus Maximum und Minimum dürfte der Wahrheit näher führen. Der grösste Werth des terrestrischen Coefficienten ist $k=0,2$. Er war früher in England adoptirt und ist nach Bessel's Meinung aus Nachtbeobachtungen hervorgegangen. Für den kleinsten Werth fand

Gauss	$k = 0,1293$
Struve	» $= 0,1237$
Coraboeuf	» $= 0,1285$
aus eigenen Beob. fand ich . .	» $= 0,1239$
im Mittel	$k = 0,1264$

Lassen wir den vorigen Werth als Maximum, diesen als Minimum gelten, so erhalten wir im Mittel

$$k = 0,1632$$

welches einem $\varepsilon = 3,75$ entspricht. Da wohl alle dabei concurrirende Beobachtungen im Sommer gemacht sind, so darf man annehmen, dass die mittlere Temperatur höher als 8° war, und dass die Reduction auf diese Temperatur den Werth vergrössert, wodurch er sich einem $\varepsilon = 4$ nähert. Allein hiergegen muss eingewendet werden, dass das Mittel zwischen Minimum und Maximum des terrestrischen Coefficienten wohl den mittleren Werth der täglichen Veränderung der Strahlenbrechung in dem Höhenbereich, in welchem die Bestimmungen stattfanden, geben kann, aber nicht den mittleren Werth in verticalem Sinne, der hier verlangt wird; oder man müsste denn annehmen, dass der tägliche Mittelwerth zugleich auch in der Höhenrichtung Gültigkeit habe, was mindestens starken Zweifeln unterliegt.

§ 6. Bestimmung der Wärme-Abnahme durch die Strahlenbrechung und durch die Thermometer-Unterschiede.

Um die Wärmeabnahme in der Verticale kennen zu lernen, wird es zunächst darauf ankommen, zu untersuchen, ob der Temperatur-Unterschied einer Luftschicht, den man aus der Strahlenbrechung herleitet, mit demjenigen übereinstimmt, den die Thermometer angeben. Zu diesem Zweck werde ich aus meinen Refractions-Beobachtungen, die ich im Jahr 1849 bei einem Nivellement am Harz angestellt habe, die nachfolgenden aufführen.

Die beiden Beobachtungsstationen waren *Kupferkuhle* bei Kroppenstedt und *Brocken;* die gebrauchten Instrumente zwei dreizehnzöllige Höhenkreise von Pistor mit microscopischen Ablesungen. Diese vortrefflichen Instrumente gehören dem Königl. Preuss. Ministerium für Handel und Gewerbe, und waren zu diesem Zweck von dem Herrn Minister v. d. Heydt Exc. bereitwilligst zu meiner Disposition gestellt worden.

Station *Kupferkuhle.*

Höhe über der Ostsee = 88,237 T; geogr. Breite = 51° 55′ 55″,86.

Beobachter: v. Hesse.

Datum 1849.	Uhr.	Brocken. Zen. Dist.	Barometer auf 0 reducirt.	Luft-Therm.	Psychrometer.
Sept. 1.	$6^u\ 35^m$	89° 0′ 2″,94	L 331,21	° + 8,4	° + 7,2
» »	7 34	0 12,64	331,20	12,0	9,6
» »	8 34	0 39,29	331,26	14,3	11,4
» »	9 34	0 59,97	331,34	14,7	11,5
» »	10 34	1 10.11	331,26	15,9	11,5
» »	11 34	1 14,32	331,18	17,2	11,7
» »	12 34	1 20,31	331,18	18,1	12,0
» »	1 34	1 20,89	331,20	18,7	12,1
» »	2 34	1 21,44	331,20	18,7	12,0
» »	3 34	1 16,77	331,11	18,6	11,9
» »	4 34	1 13,90	331,04	18,3	11,4
» »	5 34	1 9,05	331,07	17,8	10,4

Station *Brocken.*

Höhe über der Ostsee = 586,392 T; geograph. Breite = 51° 48′ 1″,17.

Beobachter: Baeyer.

Datum 1849.	Uhr.	Kupferkuhle. Zen. Dist.	Barometer auf 0 reducirt.	Luft-Thermom.	Psychrometer.
Sept. 1.	$6^u\ 35^m$	91° 20′ 19″,42	L 295,11	° + 8,8	° + 6,2
» »	7 34	23,71	295,20	10,3	7,8
» »	8 34	41,14	295,37	11,4	8,9
» »	9 34	40,15	295,41	10,7	8,2
» »	10 34	49,46	295,37	11,5	8,9
» »	11 34	58,23	295,39	11,8	9,1
» »	12 34	21 2,08	295,36	11,6	8,7
» »	1 34	3,22	295,41	11,8	8,6
» »	2 34	3,08	295,43	11,8	8,6
» »	3 34	20 59,47	295,37	11,8	8,6
» »	4 34	56,32	295,32	11,3	8,5
» »	5 34	51,63	295,27	10,3	8,4

Die Höhen über der Ostee sind durch ein besonderes Nivellement, vermittelst gegenseitig und gleichzeitig gemessener *Z. D.* bestimmt worden. Den ersten Theil desselben, von Swinemünde bis Berlin, habe ich bereits im Jahr 1835 mit dem Ingenieur-Geographen

Lieut. Bertram ausgeführt und unter dem Titel: «Nivellement zwischen Swinemünde und Berlin. Berlin 1840.» vollständig beschrieben. Der zweite Theil, von Berlin bis zum Brocken, ist noch nicht publicirt; er wurde von mir, dem jetzigen Obersten im Generalstabe v. Hesse und dem Lieut. Bertram in ähnlicher Weise, aber mit 3 Instrumenten (den oben angeführten beiden Pistor'schen Höhenkreisen und einem Gambey'schen Theodoliten) in der Art ausgeführt, dass zwischen diesen an drei auf einander folgenden Stationen aufgestellten Instrumenten, die Zenithdistancen gegenseitig und gleichzeitig gemessen wurden. Zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* waren bei diesem Nivellement noch drei Stationen eingeschaltet.

Die Entfernung beider Stationen von einander beträgt 24546,9 Toisen. Sämmtliche Zenithdistancen sind nach Heliotropenlicht beobachtet.

Bezeichnet man die Zenithdistancen in *Kupferkuhle* durch θ, die auf dem *Brocken* durch z, so erhält man, wie aus der trigonometrischen Höhenmessung bekannt ist (Gradmessung in Ostpreussen Seite 195) den Coefficienten der Strahlenbrechung

$$\mathbf{1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad k = 1 - [\theta + z - 180^\circ]\frac{\mathfrak{R}}{S\omega}.$$

In aller Strenge müsste man setzen:

$$k = 1 + \cos^2\theta - (\theta + z - 180^\circ)\frac{\mathfrak{R}}{S\omega}$$

wenn man k auf *Kupferkuhle* bezieht, und

$$k = 1 + \cos^2 z - (\theta + z - 180^\circ)\frac{\mathfrak{R}}{S\omega}$$

wenn man es auf *Brocken* bezieht. § 2. Gl. **23**.

Die mittlere Polhöhe der Seite *Kupferkuhle-Brocken* ist $= 51^\circ\, 51'\, 58\overset{''}{,}5$ das mittlere Azimuth $= 71^\circ\, 58'$; $\log\left(1 + \frac{h'}{\mathfrak{R}}\right) = 0{,}0000117$

$$\log a' = \mathfrak{R}\left(1 + \frac{h'}{\mathfrak{R}}\right) = 6{,}5156271.$$

Nach dem vorhergehenden § ist der theoretisch gefundene Ausdruck für denselben Coefficienten

$$k = \frac{a' P\varrho' (N' + p)}{2(1 + P\varrho')(1 + mt')}.$$

k ist hier abhängig von drei veränderlichen Grössen; von der Dichtigkeit der Luft $P\varrho'$ oder dem Barometerstande, von der Wärmeabnahme α, die in p enthalten ist, und von der Temperatur t'.

In diesem Ausdrucke von k ist $P\varrho' = \frac{P(\varrho).b'}{336\overset{L}{,}905\,(1 + mt')\left(1 + \frac{h'}{a}\right)^2}$. Da k aber für die mittlere Dichtigkeit der Luft zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* gilt, so müssen wir auch

für b' den mittleren Barometerstand am 1. Sept. $= 313^{l},26$ bei 0° und für h' die mittlere Höhe $= 337^{l},315$ setzen, und finden dann

$$\log\left(1+\frac{h'}{\mathfrak{R}}\right) = 0{,}0000447 \; ; \; \log a' = 6{,}5156601$$

$$\frac{P(\rho)\, b'}{336{,}905\left(1+\frac{h'}{\mathfrak{R}}\right)^2} = 0{,}000547707 = D$$

und damit
$$\frac{P\rho'}{1+P\rho'} = \frac{D}{1+mt'+D}.$$

Wird dieser Werth in k eingeführt, so ergiebt sich

$$k = \frac{a'DN' + 2D + a'Dm\alpha + 2Dmt'}{2(1+D)+(4+2D)\,mt' + 2m^2.t'^2}$$ und hieraus

$$\mathbf{2}\ldots\ldots\alpha = k\left[\frac{2(1+D)}{a'Dm} + \frac{4+2D}{a'D}.t' + \frac{2m}{a'D}.t'^2\right] - \left(\frac{N'}{m} + \frac{2}{a'm} + \frac{2}{a'}t'\right).$$

Im Niveau des Meeres wird $D = P(\rho) = 0{,}00058917$ und $a' = \mathfrak{R}$.

Wenn nun k nach **1** durch Beobachtungen bestimmt ist, und man setzt seinen Werth in diesen Ausdruck, so findet man die Wärmeabnahme α.

Da nun $t - t' = \alpha(r - a)$, so giebt $\alpha.498{,}155$ den Temperatur-Unterschied der Luftschicht zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* durch die Strahlenbrechung gemessen, der nun mit dem, welchen die Thermometer gegeben haben, verglichen werden kann. Eben so findet man aus α und dem untern Thermometerstande t' den oberen

$$\mathbf{3}\ldots\ldots\ldots\ldots t = t' + \alpha.498{,}155$$

oder auch umgekehrt
$$t' = t - \alpha.498{,}155.$$

Da der aus der Strahlenbrechung hergeleitete Werth unzweifelhaft der mittlere Temperatur-Unterschied der Luftschicht sein muss; so lässt sich auf diesem Wege die Frage entscheiden, ob die Thermometer diesen Unterschied richtig angeben oder nicht.

Setzt man in **2** für α den beobachteten Werth $\frac{t-t'}{498{,}155}$, so findet man aus Barometer- und Thermometerstand den Coefficienten k.

Werden in dem Ausdrucke von α die Zahlenwerthe eingeführt und nach einer früheren Bemerkung $N(1-\beta\cos 2\varphi) = N'$ gesetzt, oder $= N[1-\beta\cos(\varphi+\varphi')] = \log 6{,}3894422$, weil N für beide Stationen, also für die mittlere Breite gilt; so findet man

$$\mathbf{4}.\; \alpha = k[0{,}2433290 + 0{,}00222828\,t' + 0{,}0000051012\,t'^2] - 0{,}0536607 \\ - 0{,}000000610.t'.$$

Diese Gleichung gilt für den Werth von k, wie er aus Gl. **1** hervorgeht. In der nachstehenden Tabelle sind die Werthe von k als Resultat der Beobachtungen bestimmt worden. Diese Werthe von k wurden dann in die Gl. **4** gesetzt und α berechnet. Das beobachtete

$\alpha = \frac{t-t'}{498,155}$ ist aus der beobachteten Temperatur-Differenz gefunden, und die berechnete Temperatur an der oberen Station t ist mit dem berechneten α aus Gl. **3** hervorgegangen.

I. Aus den Beobachtungen hergeleitet.

Zeit. Sept. 1.	Kupferk. t'	Brocken t	$t - t'$	$\alpha = \frac{t-t'}{498,155}$	nach Gl. **1.** k
$6^U\ 35^M$	$8,4^\circ$	$8,8^\circ$	$+ 0,4^\circ$	+ 0,0007993	+ 0,208607
7 34	12,0	10,3	— 1,7	— 0,0034126	0,199549
8 34	14,3	11,4	— 2,9	— 0,0058215	0,171011
9 34	14,7	10,7	— 4,0	— 0,0080296	0,158263
10 34	15,9	11,5	— 4,4	— 0,0088326	0,145670
11 34	17,2	11,8	— 5,4	— 0,0108400	0,137266
12 34	18,1	11,6	— 6,5	— 0,0130481	0,130896
1 34	18,7	11,8	— 6,9	— 0,0138511	0,129782
2 34	18,7	11,8	— 6,9	— 0,0138511	0,129782
3 34	18,6	11,8	— 6,8	— 0,0136441	0,134877
4 34	18,3	11,3	— 7,0	— 0,0140519	0,138775
5 34	17,8	10,3	— 7,5	— 0,0150556	0,144951

II. Aus den Beobachtungen durch Rechnung gefunden.

Zeit. Sept. 1.	Beobachtet t'	Berechnet t	Berechnet $t-t'$	Berechnet α	Berechnet k
$6^U\ 35^M$	$8,4^\circ$	$8,94^\circ$	$+ 0,54^\circ$	+ 0,0010796	+ 0,207574
7 34	12,0	12,18	+ 0,18	+ 0,0003704	0,185579
8 34	14,3	11,10	— 3,20	— 0,0064300	0,173214
9 34	14,7	9,82	— 4,88	— 0,0098012	0,164655
10 34	15,9	9,49	— 6,41	— 0,0128758	0,160107
11 34	17,2	9,83	— 7,37	— 0,0148023	0,151259
12 34	18,1	9,97	— 8,13	— 0,0163230	0,142373
1 34	18,7	10,51	— 8,19	— 0,0164428	0,138855
2 34	18,7	10,47	— 8,23	— 0,0165290	0,138855
3 34	18,6	11,12	— 7,48	— 0,0150142	0,139672
4 34	18,3	11,32	— 6,98	— 0,0140079	0,138621
5 34	17,8	11,63	— 6,17	— 0,0124173	0,135681

Das berechnete α ist dadurch gefunden worden, dass die beobachteten Werthe von t' und k unter I. in die Gl. **4** gesetzt wurden. Mit diesem α ist dann nach Gl. **3** t und $t-t'$ berechnet. Zur Berechnung von k wurden die beobachteten Werthe t' und α in die Gl. **4** gesetzt.

Vergleicht man die berechneten Werthe von k in II. mit den beobachteten in I., so stellt sich heraus, dass die Unterschiede des Morgens und des Abends am kleinsten sind, gegen Mittag hin grösser werden und am Nachmittage wieder abnehmen

Das beobachtete α unter I. ist am frühen Morgen positiv, geht dann durch 0, wird negativ und wächst bis zum Abend fort. Das aus der Strahlenbrechung berechnete α unter II. ist am Morgen ebenfalls positiv, geht aber etwa eine Stunde später durch Null ins Negative über; erreicht ein Maximum zur Zeit des Maximums der Tagestemperatur und nimmt dann gegen den Abend hin wieder ab. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zwischen den Thermometer-Angaben und den Temperaturen, die die Luft wirklich hatte.

Vergleicht man die berechneten Werthe von α unter II. mit den beobachteten Werthen unter I., so zeigen sie eine wesentliche Verschiedenheit. Am frühen Morgen gab die Refraction sehr nahe dieselbe Wärmezunahme, die die Thermometer anzeigten; eine Stunde später zeigten die Thermometer Wärmeabnahme, während die Luft noch Wärmezunahme hatte; gegen 8^u ging dieselbe in Wärmeabnahme über, die ihr Maximum um $2^u 34^m$ (zur Zeit des Maximums der Tagestemperatur) erreichte, dann gegen den Abend hin immer geringer wird und wahrscheinlich während der Nacht, wo die Abkühlung am Boden zunimmt, allmählig in Wärmezunahme übergeht.

Nach den Thermometern geht die Wärmezunahme α unter I. am frühen Morgen schneller in Wärmeabnahme über, weil die Luft als schlechter Leiter in ihren Temperatur-Veränderungen zurückbleibt; dann wächst die Wärmeabnahme bis zum Abend fort und erreicht ihr Maximum in der letzten Beobachtung.

Die Wärmezunahme am frühen Morgen kann nur bis zu einer gewissen Höhe in die Atmosphäre hinaufreichen, die von der Grösse der Tages-Temperatur abhängig ist. In dem obigen Falle scheint die Höhe des Brocken ziemlich diese Gränze zu bilden.

Das Geringerwerden der Wärmeabnahme nach dem Maximum der Temperatur unter II. und das Gleichwerden der beobachteten und berechneten Werthe von α um $4^u 35^m$ erklärt das Nachlassen der zitternden Bewegung der Luft und das allmählige Eintreten der ruhigen Bilder, die W. Struve zuerst beschrieben hat. Nach den beobachteten Werthen von α unter I. ist diese Erscheinung nicht zu erklären.

Nach den Bestimmungen von $t - t'$ aus der Refraction unter II. folgt, entweder dass das Thermometer auf dem *Brocken* die Temperatur des Morgens $6^u 35^m$ und des Abends um $43^u 4^m$ richtig, in der Zwischenzeit zu hoch angab, oder dass das Thermometer in *Kupferkuhle* des Morgens und des Abends zu denselben Zeiten die Temperatur richtig, in der Zwischenzeit zu gering angab; oder aber dass die Luft im Sonnenschein eine etwas höhere Temperatur besitzt, als die Thermometer im Schatten angeben. Die Temperatur-Beobachtungen, besonders auf hohen Bergen, sind überhaupt schwierig; jedes Wölkchen, welches vor der Sonne vorüber zieht, macht das Thermometer sinken, und eben so macht es einen Unterschied, wenn der Schatten, in welchem das Thermometer hängt, gross ist, oder wenn

er nur eben die directen Strahlen der Sonne abhält. An dem Brockenthurme hatte ich mehrere Thermometer in verschiedenen Höhen, bis zu 40 Fuss über dem Boden aufgehängt, die gleichzeitig abgelesen wurden, wobei es sich einige Male ereignete, dass das oberste Thermometer um mehr als einen halben Grad höher stand, als das unterste.

§ 7. Reduction der Coefficienten *k* auf das Meeres-Niveau und auf jede beliebige Temperatur.

Im Niveau des Meeres oder vielmehr bei 336,905 Barometerstand wird in dem Ausdrucke der im vorigen § für *k* gegeben wurde, der Werth $P\varrho' = \frac{P(\varrho)}{1+mt'}$ bei der Temperatur t', also in der Gl. 2 $D = P(\varrho)$, und $\alpha' = \mathfrak{R}$, gleich dem Krümmungsradius. Für diese Werthe geht jener Ausdruck über in

$$\alpha = k[0,2262375 + 0,00207172\,t' + 0,0000047428\,t'^2] - 0,0536607 \\ - 0,000000610\,t'.$$

Setzt man hier $t' = 0$, so findet man zur Reduction auf 0°

$$\mathbf{1} \ldots\ldots\ldots\ldots \alpha + 0,0536607 = k.0,2262375$$

Setzt man $t' = 8°$ so erhält man

$$\mathbf{2} \ldots\ldots\ldots\ldots \alpha + 0,0536656 = k.0,2431148.$$

Werden in beiden Ausdrücken die im vorigen § berechneten Werthe von α gesetzt, so giebt der erste den α zugehörigen Coefficienten *k* im Niveau des Meeres bei 0° Temperatur; der zweite denselben Coefficienten im Niveau des Meeres bei 8° Temperatur.

Tabelle

der aus den beobachteten Z. D. hergeleiteten und auf den Meereshorizont reducirten Coefficienten.

Zeit. Sept. 1.	*k* bei 0°	*k* bei° 8
$6^U\,35^M$	0,241960	0,225183
7 34	0,238825	0,222265
8 34	0,208766	0,194293
9 34	0,193865	0,180427
10 34	0,180275	0,167780
11 34	0,171759	0,159956
12 34	0,165038	0,153601
1 34	0.164508	0,153108
2 34	0,164172	0,152753
3 34	0,170823	0,158948
4 34	0,175271	0,163123
5 34	0,182301	0,169666

*

Schliesst man die ersten drei Beobachtungen aus, so findet sich im Mittel aus 9 Bestimmungen bei 8° R.... $k = 0{,}162151$, und dies ist nahe genug derselbe Werth, welcher oben aus Maximum und Minimum gefunden wurde.

§ 8. Bestimmung der Temperatur auf dem Brocken aus den Beobachtungen in Kupferkuhle, und der Temperatur in Kupferkuhle aus den Beobachtungen auf dem Brocken.

In *Kupferkuhle* sei $\mathfrak{R} + h' = a'$ der Abstand vom Krümmungs-Centrum, so hat man in dem geradlinigen ebenen Δ *Kupferkuhle-Brocken*-Centrum der Erde: die Seite *Kupferkuhle*-Centrum $= a'$; die Seite *Brocken*-Centrum $= r$; den eingeschlossenen Winkel am Centrum $u = \frac{S\omega}{\mathfrak{R}}$, und daher die Proportion

$$2a' + r - a' : r - a' = \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(A + B) : \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(A - B) \quad \text{aus welcher folgt}$$

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}(A - B) = \frac{\frac{r-a'}{a'} \cdot tg\, \frac{1}{2}(A+B)}{2 + \frac{r-a'}{a'}} = \frac{\frac{r-a'}{a'}}{\left(2 + \frac{r-a'}{a'}\right) tg\, \frac{1}{2} u}.$$

Sind A und B gefunden, so erhält man

$$\theta + \Delta\theta + A = 180^\circ\,; \quad A + B + u = 180^\circ$$
$$z + \Delta z + B = 180^\circ$$
$$\overline{\theta + z + \Delta\theta + \Delta z - u = 180^\circ} \qquad \text{folglich}$$
$$\theta + z - 180^\circ = u - (\Delta\theta + \theta z).$$

Setzt man diesen Werth in die Gl. **1** § 6, so findet man weil $u = \frac{S\omega}{\mathfrak{R}}$ ist

$$k = (\Delta\theta + \Delta z)\frac{\mathfrak{R}}{S\omega}$$

und unter der Voraussetzung, dass $\Delta\theta = \Delta z$ sei,

1 .... $k = 2\Delta\theta . \frac{\mathfrak{R}}{S\omega} = 2\Delta z . \frac{\mathfrak{R}}{S\omega}.$

Die Brechungswinkel ergeben sich aus dem Obigen

2 .... an der untern Station $\Delta\theta = 180^\circ - \theta - A$

3 .... » » oberen » $\Delta z = 180 - z - B.$

Auf diese Weise kann man die Coefficienten k an der unteren und an der oberen Station jeden für sich bestimmen.

Zur Bestimmung der Wärmeabnahme in *Kupferkuhle* müssen die auf diese Station bezüglichen Werthe in den allgemeinen Ausdruck § 6 Gl. **2** eingeführt werden.

Der mittlere Barometerstand in *Kupferkuhle* ist $331^{L},19$ bei $0°$;

$$\log\frac{b'}{B} = 9{,}9925697 - 10 \; ; \; \log\left(1 + \frac{h'}{a'}\right)^2 = 0{,}0000234;$$

$$\log N[1 - \beta\cos(\varphi' + \varphi)] = 6{,}3894422 \; ; \; \log a' = 6{,}5156271.$$

Mit diesen Grössen findet man für *Kupferkuhle*

$$D = 0{,}0005791444 \text{ und } P\varrho' = \frac{D}{1 + mt' + D}$$

daher

$$\mathbf{4.}\; \alpha = k[0{,}2301452 + 0{,}0021075.t' + 0{,}000004825.t'^2] - 0{,}0536607 - 0{,}000000610.t'.$$

Der mittlere Barometerstand auf dem *Brocken* ist $295^{L},33$ bei $0°$;

$$\log\frac{b'}{B} = 9{,}9428001 - 10 \; ; \; \log\left(1 + \frac{h'}{\mathfrak{R}}\right) = 0{,}0000779 \; ; \; \log a' = 6{,}5156933 \; ;$$
$$D = 0{,}000516280.$$

Mit diesen Werthen findet man für *Brocken*, wo α in entgegengesetzter Richtung zählt und daher mit entgegengesetztem Zeichen genommen werden muss,

$$\mathbf{5.}\; \alpha = -k[0{,}2587084 + 0{,}002363714.t + 0{,}0000054115.t^2] + 0{,}05366063 + 0{,}000000610.t.$$

Aus den oben angeführten Datis ergiebt sich

$$u = \frac{S\omega}{\mathfrak{R}} = 1544'',566$$

$\frac{1}{2}(A - B) =$ 1° 9′ 44″,91 daraus folgt $A = 90° 56' 52'',63$; wahre Z. D. in *K.* = 89° 3′ 7″,37

$\frac{1}{2}(A + B) =$ 89 47 7,72 » $B =$ 88 37 22,81 » » in *Br.* = 91 22 37,19.

In *Kupferkuhle.*

Sept. 1.	$\Delta\theta$	$k=\frac{2\Delta\theta}{u}$	α	Höhe für -1° R.	$t-t'$ berechnet	beobachtet	Diff.
$6^U\ 35^M$	184″,43	0,238811	+0,0056045	— 178^T,4	+2,79	+ 0,4	+2,39
7 34	174,73	0,226251	+0,0042817	— 233,6	+2,13	— 1,7	+3,83
8 34	148,08	0,191743	— 0,0035729	+ 279,9	— 1,78	— 2,9	+1,12
9 34	127,40	0,164965	— 0,0104211	+ 96,0	— 5,19	— 4,0	— 1,19
10 34	117,26	0,151835	— 0,0134531	+ 74,3	— 6,70	— 4,4	— 2,30
11 34	113,05	0,146397	— 0,0144629	+ 69,1	— 7,21	— 5,4	— 1,81
12 34	107,06	0,138628	— 0,0162601	+ 61,5	— 8,10	— 6,5	— 1,60
1 34	106,08	0,137877	— 0,0162740	+ 61,4	— 8,21	— 6,9	— 1,31
2 34	105,93	0,137165	— 0,0164672	+ 60,7	— 8,20	— 6,9	— 1,30
3 34	110,60	0,143212	— 0,0148740	+ 67,2	— 7,41	— 6,8	— 0,61
4 34	113,47	0,146928	— 0,0139531	+ 71,7	— 6,95	— 7,0	+0,05
5 34	118,32	0,153208	— 0,0124299	+ 80,5	— 6,19	— 7,5	+1,31

In dieser Tabelle ist die Wärmeabnahme α aus t' und k nach Gl. **4** berechnet.

In *Brocken.*

Sept. 1.	Δz	$k=\frac{2\Delta z}{u}$	α	Höhe für 1° R.	$t-t'$ berechnet	beobachtet	Diff.
$6^U\ 35^M$	137″,77	0,178393	+0,0037288	268,2	+1,86	— 0,4	+2,26
7 34	133,48	0,172838	+0,0046451	215,3	+2,31	+ 1,7	+0,61
8 34	116,05	0,150268	+0,0106370	94,1	+5,30	+ 2,9	+2,40
9 34	117,04	0,151551	+0,0105388	94,9	+5,25	+ 4,0	+1,25
10 34	107,73	0,139495	+0,0136873	73,1	+6,82	+ 4,4	+2,42
11 34	98,96	0,128139	+0,0168465	59,4	+8,39	+ 5,4	+2,99
12 34	95,11	0,123154	+0,0183402	54,5	+9,14	+ 6,5	+2,64
1 34	93,97	0,121678	+0,0187031	53,5	+9,32	+ 6,9	+2,42
2 34	94,11	0,121859	+0,0186510	53,6	+9,29	+ 6,9	+2,38
3 34	97,72	0,126534	+0,0173078	57,8	+8,62	+ 6,8	+1,82
4 34	100,87	0,130613	+0,0162980	61,4	+8,12	+ 7,0	+1,12
5 34	105,56	0,136685	+0,0148989	67,1	+7,42	+ 7,5	— 0,08

Die Wärmezunahme α von *Brocken* nach *Kupferkuhle* ist hier aus k und t nach Gl. **5** berechnet worden.

Bemerkungen.

1. Der Ausdehnungs-Coefficient m gilt eigentlich nur für trockene Luft. Eine Vergrösserung desselben für Luft, welche Wasserdampf enthält, bis zur Höhe des Gay-Lussac-schen Coefficienten ändert die berechneten Temperaturen höchstens um $0^\circ\!,1$ R. ab. Ein Fehler in der Z. D. von $1''$ entspricht bei 6 deutschen Meilen Entfernung etwa $0^\circ\!,15$ R. Hiernach kann die Sicherheit beurtheilt werden, mit der man die wahre Temperatur der Luft vermittelst der Strahlenbrechung messen kann.
2. Bei den beiden ersten Beobachtungen in obigen Tabellen haben die Werthe von α in *Kupferkuhle* und in *Brocken* dasselbe Zeichen, d. h. die Wärmeabnahme an der einen Station war der an der andern entgegengesetzt, oder: während auf dem *Brocken* von oben nach unten Wärmezunahme stattfand, wurde in *Kupferkuhle* von unten nach oben ebenfalls Wärmezunahme beobachtet. Hieraus folgt, dass die Luftschicht zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* wärmer war, als die Thermometerangaben an beiden Stationen. Der Grund dieser Erscheinung ist darin zu suchen, dass die am Tage in den Ebenen stark erwärmte Luft aufsteigt, und als schlechter Leiter ihre Temperatur dergestalt fest hält, dass sie am nächsten Morgen in einer gewissen (noch nicht ermittelten) Höhe noch um mehrere Grade wärmer ist als an der Oberfläche der Erde, wo die Abkühlung durch die Ausstrahlung bei weitem stärker ist. Das Festland der Erde ist daher in der Nacht mit einer wärmern Luftschicht wie mit einem Mantel dergestalt umgeben, dass von unten nach oben erst Wärmezunahme und dann Wärmeabnahme stattfindet. Der grösste Unterschied wird zur Zeit der stärksten Abkühlung an der Erdoberfläche, d. h. am frühen Morgen hervortreten. Wenn nun eine Bergspitze über die Mittellinie dieses warmen Luftmantels emporsteigt, so wird die Luftschicht zwischen der Bergspitze und der Ebene wärmer sein als die Thermometer unten und oben anzeigen; der barometrisch gemessene Unterschied wird demnach zu klein ausfallen müssen.
3. Vergleicht man die sämmtlichen Werthe von α in beiden Tabellen, so stellt sich heraus, dass die Wärmezunahme vom *Brocken* herunter grösser war als die Wärmeabnahme von *Kupferkuhle* hinauf, und daraus folgt, dass unter der Mittellinie des warmen Luftmantels die Wärmeabnahme geringer ist als darüber.
4. Aus der Tabelle für *Kupferkuhle* ist ersichtlich, dass sich, während der Nachmittagsstunden, aus den daselbst angestellten Beobachtungen (Barometer, Thermometer und Zenithdistance) die Temperaturen auf dem *Brocken* bis auf etwa einen halben Grad genau berechnen lassen; und eine grössere absolute Sicherheit haben die daselbst angestellten Thermometer-Beobachtungen, zufolge einer früheren Bemerkung, auch nicht. Dieser Umstand kann, zu meteorologischen Beobachtungen benutzt, ein neues Argument für die Vorhersagung der Witterung liefern. Wenn z. B. von einem Standpunkt in der Ebene eine hohe Bergspitze sichtbar ist, deren Entfernung, Höhenunterschied, wahre Z. D. und Refraction bei einer bestimmten Temperatur, ähnlich wie bei *Kupfer-*

kuhle und *Brocken* ermittelt worden ist, so wird man durch Beobachtung der Veränderung der Refraction, in Verbindung mit Barometer und Thermometer, die Temperatur der Luftschicht bis zur Höhe dieser Bergspitze messen und daraus Schlüsse auf Wetterveränderungen machen können. Ein günstiges Resultat ist um so wahrscheinlicher, als entfernte Bergspitzen jetzt schon als Wetterpropheten gelten und zu hoffen steht, dass die Strahlenbrechung die Gründe dafür erkennen lassen werde.

§ 9. Gebrauch der Formeln zum Höhenmessen mit dem Barometer.

Zur Bestimmung der Höhenunterschiede mit dem Barometer haben wir nach den Gl. **12** und **15** die Ausdrücke gefunden

$$\mathbf{1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad r - a = \frac{\left(\frac{b}{b'}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N}} - 1}{v - w\left(\frac{b}{b'}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N}}}$$

$$\mathbf{2} \ldots\ldots r - a = \frac{1 + mt'}{p}\left[\left(\frac{b}{b'}\right)^{\frac{-p}{N}} - 1\right] = \frac{1 + mt'}{p}\left[\left(\frac{b'}{b}\right)^{\frac{p}{N}} - 1\right].$$

Die erste Formel ist streng, die zweite giebt einen genäherten Werth. Sollen diese Formeln allgemeine Anwendung finden, so müssen die Reductionen für die Polhöhen und für die Höhe der untern Station über dem Meere angebracht werden.

Es sei an der untern Station:

b' der Barometerstand auf 0° reducirt.

t' der Thermometerstand.

φ' die Polhöhe.

h' die Höhe über dem Meere.

Für die obere Station:

b der Barometerstand auf 0° reducirt.

t der Thermometerstand.

φ die Polhöhe.

Der Krümmungsradius für die mittlere Polhöhe und das mittlere Azimuth beider Stationen sei $= \mathfrak{R}$.

Bevor die beobachteten Grössen in die Rechnung eingeführt werden können, müssen sie auf gleiche Intensität der Schwere gebracht werden.

Bezeichnen wir die reducirten Grössen mit (b'), (b) und N' so finden wir nach dem Früheren

für die untere Station $$(b') = \frac{b'(1-\beta\cos 2\varphi')}{\left(1+\frac{h'}{\mathfrak{R}}\right)^2}$$

für die obere Station $$(b) = b(1-\beta\cos 2\varphi).$$

Der Factor $\frac{1}{\left(1+\frac{r-a}{\mathfrak{R}}\right)^2}$ fällt hier deshalb fort, weil er bei der Entwickelung der Formel unter das Integralzeichen gebracht werden musste.

Die Constante N soll für beide Stationen gelten, wir müssen daher

$$N' = N[1-\beta\cos(\varphi'+\varphi)] \qquad \text{setzen.}$$

Hieraus folgt

$$\frac{(b')}{(b)} = \frac{b'(1-\beta\cos 2\varphi')}{b(1-\beta\cos 2\varphi)\left(1+\frac{h'}{\mathfrak{R}}\right)^2}.$$

Dem Logarithmus der Barometerstände $\log\frac{b'}{b}$

ist also der $$\log\frac{(1-\beta\cos 2\varphi')}{(1-\beta\cos 2\varphi)\left(1+\frac{h'}{\mathfrak{R}}\right)^2} \qquad \text{hinzuzufügen.}$$

Beispiele.

Biot theilt in der *Connaissance des Temps* für 1841 die Beobachtungen von der am 16 Sept. 1804 stattgefundenen Luftfahrt Gay-Lussac's mit, denen ich die folgenden Data entnehme.

$$b' = \overset{mtrs}{0{,}76568} \qquad t' = 30{,}75\,\text{C.} = 24{,}6\,\text{R.}$$
$$b = 0{,}3288 \qquad t = -9{,}5\,\text{C.} = -7{,}6\,\text{R.}$$

Polhöhe des Observatoriums in Paris $\varphi = 48^\circ\,50'\,13''$.

Höhe desselben über dem Meere... $h' = 30^T78$.

Biot giebt die Höhe des Ballons nach der Formel von Laplace $= \overset{mtrs}{6977{,}47} = 3579^T96$ über dem Observatorium an.

Da hier $\varphi' = \varphi$ ist, so findet man für $\log \mathfrak{R} = \log a = 6{,}5140964$

$$\log \frac{(1-\beta\cos 2\varphi')}{(1-\beta\cos 2\varphi)\left(1+\frac{h'}{a}\right)^2} = 9{,}9999912 - 10$$

$$\log(1-\beta\cos 2\varphi) = 0{,}0001510$$

$$\log N = 6{,}3891738 \quad ; \; \log\frac{(b')}{(b)} = 0{,}3671067$$

$$\log N' = 6{,}3893248 - 10$$

§ 4.

$$m\alpha = \frac{m.(t-t')}{3580^T} = -0{,}00004119490$$

$$2\left(\frac{1+mt'}{a}\right) = +0{,}00000068124$$

$$p = -0{,}00004051366$$

$$n = p^2 - 16\frac{(1+mt')}{a}.p + 28\frac{(1+mt')^2}{a^2} \text{ giebt}$$

$$p^2 = \overset{-10}{16{,}41357} \qquad \log n = 1{,}2707725-10$$

$$-16\frac{(1+mt')}{a}.p = 2{,}20796$$

$$28\frac{(1+mt')^2}{a^2} = 0{,}03249 \qquad \log\sqrt{n} = 5{,}6353863-10$$

$$n = \overset{-10}{18{,}65402}$$

$$p + \sqrt{n} = +0{,}00000267665$$

$$\log(p+\sqrt{n}) = 4{,}4275916 - 10$$

$$\log 2(1+mt') = 0{,}3473956$$

$$\log w = 4{,}0801960 - 10$$

$$p - \sqrt{n} = -0{,}00008370397$$

$$\log(p-\sqrt{n}) = 5{,}9227460_n - 10$$

$$\log 2(1+mt') = 0{,}3473956$$

$$\log v = 5{,}5753504_n - 10$$

$$\log\sqrt{n} = 5{,}6353863 - 10$$

$$\log\frac{1}{N'} = 3{,}6106752$$

$$\log\log\frac{(b)}{(b')} = 9{,}5647923_n - 10$$

$$8{,}8108538_n - 10$$

$$\text{num.} -0{,}0646925$$

$$\log\left(\frac{(b)}{(b')}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N'}} = 9{,}9353075-10$$

$$\text{num.} \quad 0{,}8616036$$

$$\text{Zähler} = -0{,}1383964$$

$$\log\left(\frac{(b)}{(b')}\right)^{\frac{\sqrt{n}}{N'}} = 9{,}9353075 - 10$$

$$\log w = 4{,}0801960 - 10$$

$$4{,}0155035 - 10$$

$$\text{num.} -0{,}000001036343$$

$$v = -0{,}00003761408$$

$$\text{Nenner} = -0{,}00003865042$$

$$\log \text{Zähler} = 9{,}1411248_n - 10$$
$$\log \text{Nenner} = 5{,}5871542_n - 10$$
$$\log(r-a) = 3{,}5539706$$
$$r - a = 3580{,}^T723$$

Die Näherungsformel giebt

$$\log\log\frac{(b')}{(b)} = 9{,}5647923 - 10$$
$$\log p \ldots = 5{,}6076015_n - 10$$
$$\log\frac{1}{N'} = 3{,}6106752$$
$$8{,}7830690_n - 10$$

$$\log\left(\frac{(b')}{(b)}\right)^{\frac{p}{N'}} = -0{,}0606833$$
$$= 9{,}9393167$$
$$\left(\frac{(b')}{(b)}\right)^{\frac{p}{N'}} = +0{,}8695944$$
$$\left(\frac{(b')}{(b)}\right)^{\frac{p}{N'}} - 1 = -0{,}1304056 \ldots \log = 9{,}1152962_n - 10$$
$$\log\frac{1}{p} = 4{,}3923985_n$$
$$\log(1+mt') = 0{,}0463656$$
$$\log(r-a) = 3{,}5540603$$
$$r - a = 3581{,}^T46$$

Berechnung der Höhenunterschiede zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* und Vergleichung mit der Formel von Laplace.

Wenn die Formel, welche Laplace im IV. Bande der *Mécanique céleste* gegeben hat, auf Toisen, Sexagesimaltheilung des Kreises und Reaumürsche Grade übertragen wird, so erhält man

$$r - a = 9407{,}^T73\,(1 + \beta\cos 2\varphi)\left(1 + \frac{t'+t}{400}\right)\left(1 + \frac{r-a}{a}\right)\left[\log\frac{b'}{b} + \frac{r-a}{\mathfrak{R}}\cdot 0{,}868589\right].$$

Hiermit sollen die Werthe, welche meine Formel unter **2** giebt, verglichen, und die nachfolgenden Vorbereitungen zur Erleichterung der Rechnung getroffen werden.

*

Zunächst ist $\log\frac{(b')}{(b)}$ und N' zu bilden.

$$\log(1-\beta\cos 2\varphi') = 0{,}0002709$$
$$\text{Cpl.}\log(1-\beta\cos 2\varphi) = 9{,}9997341$$
$$\text{Cpl.}\log\left(1+\frac{h'}{\Re}\right)^2\ldots = 9{,}9999764-10$$

$9{,}9999814-10$ Dieser Logarithmus ist zu jedem $\log\frac{b'}{b}$ hinzuzufügen um $\log\frac{(b')}{(b)}$ zu erhalten.

Ferner muss p nach der Formel

$$p = m\alpha + 2\frac{(1+mt')}{a}$$

gesucht werden.

Setzt man hier $\alpha = \frac{t-t'}{498{,}155}$, und für $t-t'$ die beobachteten Werthe § 6, so erhält man das beobachtete p.

1849. Sept. 1.	$\log\frac{b'}{b}$	t'	t	$\log(1+mt')$	Beob. $t-t'$	$\log p$
$6^u\,35^m$	0,0501195	+ 8,4	+ 8,8	0,0163948	+ 0,4	4,6348178
7 34	0,0499739	12,0	10,3	0,0232360	— 1,7	5,1756208$_n$
8 34	0,0498026	14,3	11,4	0,0275510	— 2,9	5,4151409$_n$
9 34	0,0498487	14,7	10,7	0,0282971	— 4,0	5,5577744$_n$
10 34	0,0498026	15,9	11,5	0,0305277	— 4,4	5,5998445$_n$
11 34	0,0496683	17,2	11,8	0,0329313	— 5,4	5,6900783$_n$
12 34	0,0497124	18,1	11,6	0,0345876	— 6,5	5,7715691$_n$
1 34	0,0496651	18,7	11,8	0,0356882	— 6,9	5,7977758$_n$
2 34	00,496357	18,7	11,8	0,0356882	— 6,9	5,7977758$_n$
3 34	0,0496059	18,6	11,8	0,0355051	— 6,8	5,7913698$_n$
4 34	0,0495876	18,3	11,3	0,0349547	— 7,0	5,8040979$_n$
5 34	0,0497005	17,8	10,3	0,0340361	— 7,5	5,8343713$_n$

Beispiele für die Berechnung.

	$6^u\,35^m$	$12^u\,34^m$
$\log\log\frac{(b')}{(b)}$	$= 8{,}6998499-10$	$8{,}6963040-10$
$\log p$	$= 4{,}6348178-10$	$5{,}7715691_n-10$
$\log\frac{1}{N'}$	$= 3{,}6105578$	$3{,}6105578$
	$6{,}9452255-10$	$8{,}0784309_n-10$

$\frac{p}{N'}\log\frac{(b')}{(b)}$	$= 0,00088151$	$-0,0119793$
		$9,9880207$
$\left(\frac{(b')}{(b)}\right)^{\frac{p}{N'}}$	$= 1,0020318$	$0,9727934$
$\left(\frac{(b')}{(b)}\right)^{\frac{p}{N'}} - 1$	$= 0,0020318$	$-0,0272066$
log	$7,3078810$	$8,4356583_n$
$\log(1 + mt')$	$= 0,0163948$	$0,0345876$
Cpl. $\log p$	$= 5,3651882$	$4,2284309_n$
$\log(r - a)$	$= 2,6894580$	$2,6976768$
$r - a$	$= 489^T{,}168$	$498^T{,}513.$

In gleicher Weise sind in der nachstehenden Tabelle sämmtliche Höhenunterschiede berechnet worden.

Mit diesen barometrischen Höhenunterschieden wollen wir nun auch die vergleichen, welche man aus den in *Kupferkuhle* gemessenen Zenithdistancen (§ 6) auf trigonometrischem Wege erhält.

Die Formel ist $$r - a = S \operatorname{cotg}\left(\theta - \frac{1-k}{2\mathfrak{R}} s\omega\right).$$

Den Coefficienten der Strahlenbrechung nehmen wir nach § 8 für die günstigste Beobachtungszeit $3^u\,34^m$, d. h. $k = 0,143212$ an,

$$\log S = \log s\left(1 + \frac{h}{\mathfrak{R}}\right) = 4,3900088; \quad \frac{(1-k)\,s\omega}{2\mathfrak{R}} = 0^\circ\,11'\,1'',68.$$

Werden diese Werthe eingeführt und für θ die verschiedenen Z. D. (in § 6) gesetzt, so findet man die den einzelnen Beobachtungen entsprechenden Höhenunterschiede.

Die nachfolgende Zusammenstellung giebt eine Uebersicht der gefundenen Resultate.

Höhenunterschiede zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken*.

(Nach dem Nivellement $= 498^T{,}155$.)

1849. Sept. 1.	Nach Laplace $r-a$	Nach Laplace Fehler.	Nach Gl. 2. $r-a$	Nach Gl. 2. Fehler.	Trigonometrisch $r-a$	Trigonometrisch Fehler.
$6^u\ 35^m$	492,852	— 5,303	489,168	— 8,987	506,885	+ 8,730
7 34	497,436	— 0,719	493,240	— 4,915	505,730	+ 7,575
8 34	499,727	+ 1,572	495,193	— 2,962	502,558	+ 4,403
9 34	499,836	+ 1,681	495,319	— 2,836	500,095	+ 1,940
10 34	501,723	+ 3,568	496,973	— 1,182	498,889	+ 0,734
11 34	502,247	+ 4,092	497,338	— 0,817	498,387	+ 0,232
12 34	503,512	+ 5,357	498,513	+ 0,358	497,674	— 0,481
1 34	503,970	+ 5,815	498,867	+ 0,712	497,605	— 0,550
2 34	503,673	+ 5,518	498,576	+ 0,421	497,540	— 0,615
3 34	503,254	+ 5,099	498,175	+ 0,020	498,095	— 0,060
4 34	502,134	+ 3,979	497,154	— 1,001	498,437	+ 0,282
5 34	501,517	+ 3,362	496,679	— 1,476	499,014	+ 0,859

Die für Höhenmessungen günstige Beobachtungszeit liegt der Erfahrung gemäss zwischen 10 Uhr des Vormittags und 5 bis $5\frac{1}{2}$ Uhr des Nachmittags. Schliessen wir hiernach die ersten 4 Beobachtungen aus und nehmen von den letzten 8 Bestimmungen die Mittel, so finden wir den Höhenunterschied zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken*

1. nach Laplace..... $= 502^T{,}754$ mit dem Fehler $+ 4^T{,}599$
2. nach Gl. 2........ $= 497{,}784$ » » » $- 0{,}371$
3. trigonometrisch.... $= 498{,}205$ » » » $+ 0{,}050$

Die bedeutenden Fehler der Laplace'schen Formel haben ihren Grund darin, dass dieser grosse Mathematiker genöthiget war, die Function $\frac{t'+t}{2}$ willkührlich einzuführen, weil zu jener Zeit nähere Ermittelungen über die Temperatur-Verhältnisse der Luft noch gänzlich fehlten. Diese Function stimmt aber nicht mit der Natur der Sache überein, wie ich bereits in einem Aufsatz in «Poggendorff's Ann. d. Phys. und Chem. Bd. 98 St. 3» nachgewiesen habe und wie sich leicht aus folgender Betrachtung ergiebt. Es sei

an der unt. Stat. $t' = 6°$; an der ob. Stat. $t = 6°$, so ist $\frac{t'+t}{2} = 6°$

» » » » $t' = 8°$ » » » » $t = 4°$ » $\frac{t'+t}{2} = 6°$

» » » » $t' = 4°$ » » » » $t = 8°$ » $\frac{t'+t}{2} = 6°$

Im ersten Fall ist die Temperatur an beiden Stationen gleich; im zweiten findet Wärmeabnahme, im dritten Wärmezunahme von unten nach oben statt. Die Höhen dieser 3 Luftschichten sind unter übrigens gleichen Verhältnissen sehr verschieden; die Formel dagegen giebt für alle drei Fälle gleiche Werthe und daher unter Umständen ansehnliche Abweichungen von der Wahrheit.

Die Vergleichung der Fehler der trig. Bestimmungen mit denen der Gl. 2 bietet die auffallende Erscheinung dar, dass sie bei nicht sehr verschiedenen Zahlenwerthen (die Fehlersummen sind $-22{,}665$ und $+23{,}049$) durchweg entgegengesetzte Zeichen haben. Die gemeinschaftliche Fehlerursache hat daher auf die barometrisch gemessenen Höhen entgegengesetzt gewirkt wie auf die Zenithdistancen, und kann in nichts Anderem gesucht werden als in der Temperatur. Nehmen wir an, dass die Temperatur der Luftschicht zwischen *Kupferkuhle* und *Brocken* höher war, als das Thermometer an der unteren Station angab, so ist klar, 1) dass die Rechnung nach Gl. 2 den Höhenunterschied zu klein geben musste; 2) dass in *Kupferkuhle* Wärmezunahme nach oben, und deshalb eine grössere Strahlenbrechung als bei Wärmeabnahme stattfand, die die mit einem mittleren Coefficienten trig. berechneten Höhen zu gross geben musste. Diese Annahme ist aber bereits in § 8 durch Beobachtungen festgestellt und ausser Zweifel gesetzt. Die daselbst nachgewiesene Wärmezunahme erklärt daher nicht bloss den täglichen Gang der obigen barometrisch gemessenen Höhen, sondern es wird auch die Gl. 2 zur Bestimmung dieser Wärmezunahme dienen können, wenn dabei auf den Einfluss des Wasserdampfes Rücksicht genommen wird.

§ 10. Berechnung der Coefficienten für die astronomische Strahlenbrechung.

Bevor zur Berechnung der astronomischen Refraction geschritten werden kann, muss eine bestimmte Wahl über die Constitution der Atmosphäre oder was dasselbe ist, über den Zahlenwerth von ε (§ 4) getroffen werden.

Der Coefficient k wurde aus allgemeinen Beobachtungen (§ 5) $= 0{,}1632$; aus speciellen Beobachtungen am Harz (§ 7) $= 0{,}16215$ gefunden. Vergleicht man diese Werthe mit denen, welche im § 4 auf rein theoretischem Wege gefunden wurden, so stellt sich heraus, dass die Beobachtungen in der Nähe der Oberfläche der Erde auf einen Werth von $\varepsilon = 3{,}75$ hindeuten. Bei Lubbock ist $\varepsilon = 4{,}26\ldots$; ich habe daher als ungefähren Mittelwerth von beiden $\varepsilon = 4$ und damit diejenige Constitution der Atmosphäre angenommen, welche in § 4 diesem Werthe entspricht. Da es aber wünschenswerth erschien den Einfluss kennen zu lernen, den eine Aenderung von ε um eine Einheit in der Refraction hervorbringt, so wurde auch noch ein zweites System der Coefficienten für $\varepsilon = 5$ berechnet.

I. Constitution der Atmosphäre für $\varepsilon = 4$.

Temperatur $t' = 8°$ R.; Barometerstand $= 336^{L},905$ Par. bei 0°.

$$\frac{P\rho'}{1+P\rho'} = \frac{P(\rho)}{1+mt'+P(\rho)};\ \log\frac{P\rho'}{1+P\rho'} = 6,7543658 - 10;\ r - a = 17278^{T},34$$

$$\log v = 5,7624980_n - 10;\ \log w = 4,0828721 - 10;\ \log\frac{1}{va} = 7,7234056 - 10.$$

Constanten.

a) Siehe Gl. **17**.	b)'	c) Gl. **18** für $\theta = 90°$.
$\log e = 7,2463650_n - 10$	$\log e' = 7,9452382 - 10$	$\log e'' = 7,9452382 - 10$
» $f = 7,2755329 - 10$	» $f' = 7,2776743 - 10$	» $f'' = 7,2985342 - 10$
» $g = 6,8794111_n - 10$	» $g' = 6,8678490_n - 10$	» $g'' = 6,8557319_n - 10$
» $h = 5,8519886 - 10$	» $h' = 5,8004305 - 10$	» $h'' = 5,7435719 - 10$
» $i = 4,6328747_n - 10$	» $i' = 4,5518111_n - 10$	» $i'' = 4,4647073_n - 10$
» $k = 3,3127280 - 10$	» $k' = 3,2095766 - 10$	» $k'' = 3,1007082 - 10$
» $l = 1,9289734_n - 10$	» $l' = 1,8087442_n - 10$	» $l'' = 1,6833686_n - 10$
» $m = 0,5011567 - 10$	» $m = 0,3673410 - 10$	» $m'' = 0,2289647 - 10$

Anmerk. Da $e'' = e' + \frac{2\cos^2\theta}{va}$; $f'' = f' + \frac{2e}{va} + \frac{\cos^2\theta}{v^2a^2}$, so muss wenn θ nicht $= 90°$ ist, diesen beiden Coefficienten jedesmal noch der von $\cos^2\theta$ abhängige Theil besonders hinzugefügt und die nachfolgenden von e'' und f'' abhängigen Constanten darnach verbessert werden.

Constanten zu Gl. **23** gehörig. $F = f''f''$ etc.

$\log F = 4,5970684 - 10$	$\log F' = 1,8956026 - 10$	$\log F'' = 9,1941368 - 20$
» $G = 4,4552961_n - 10$	» $G' = 1,9299214_n - 10$	» $G'' = 9,3533945_n - 20$
» $H = 3,8662606 - 10$	» $H' = 1,5713782 - 10$	» $H'' = 9,1446319 - 20$
» $I = 2,9594655_n - 10$	» $I' = 0,9434749_n - 10$	» $I'' = 8,6914335_n - 20$
» $K = 1,8895460 - 10$	» $K' = 0,1149485 - 10$	» $K'' = 8,0496951 - 20$
» $L = 0,7186478_n - 10$	» $L' = 9,1514178_n - 20$	» $L'' = 7,2607292_n - 20$
» $M = 9,4781012 - 20$		

Constanten zu Gl. **29** gehörig.

$\log \alpha' = 7,2463650 - 10$
» $\beta' = 7,5762047_n - 10$
» $\gamma' = 7,3546226 - 10$
» $\delta' = 6,4346395_n - 10$
» $\varepsilon' = 5,1380842 - 10$
» $\zeta = 4,1120138 - 10$
» $\eta = 3,5412685_n - 10$

Constanten zu Gl. **33** gehörig.

$\log A' = 7{,}2463650 - 10$	$\log A'' = 4{,}5448992 - 10$	$\log A''' = 1{,}8434334 - 10$
» $B' = 7{,}5751284_n - 10$	» $B'' = 4{,}9415564_n - 10$	» $B''' = 2{,}2987913_n - 10$
» $C' = 7{,}3507795 - 10$	» $C'' = 4{,}8605994 - 10$	» $C''' = 2{,}3199423 - 10$
» $D' = 6{,}4151003_n - 10$	» $D'' = 4{,}3691140_n - 10$	» $D''' = 2{,}0149639_n - 10$
» $E' = 5{,}0900511 - 10$	» $E'' = 3{,}5396806 - 10$	» $E''' = 1{,}4463938 - 10$
» $F' = 4{,}1357458 - 10$	» $F'' = 2{,}4399587_n - 10$	» $F''' = 0{,}6582080_n - 10$
» $G' = 3{,}5326339_n - 10$	» $G'' = 9{,}9177942 - 10$	

$\log A^{IV} = 9{,}1419676 - 20$	$\log A^{V} = 6{,}4405018 - 20$
» $B^{IV} = 9{,}6490285_n - 20$	» $B^{V} = 6{,}9937602_n - 20$
» $C^{IV} = 9{,}7497407 - 20$	» $C^{V} = 7{,}1598579 - 20$
» $D^{IV} = 9{,}5645580_n - 20$	» $D^{V} = 7{,}0636590_n - 20$
» $E^{IV} = 9{,}1522724 - 20$	» $E^{V} = 6{,}7619441 - 20$
» $F^{IV} = 8{,}5498855_n - 20$	» $F^{V} = 6{,}2887472_n - 20$

II. Constitution der Atmosphäre für $\varepsilon = 5$.

Temperatur, Barometerstand und $P\rho'$ bleiben unverändert.

$$r - a = 21709^T{,}73\ ;\ \log v = 5{,}6633454_n - 10\ ;\ \log w = 4{,}0815904 - 10$$

$$\log \frac{1}{va} = 7{,}8225582 - 10.$$

a) zu Gl. **17**.	b)	c) Gl. **18** für $\theta = 90°$.
$\log e = 7{,}3731645_n - 10$	$\log e' = 8{,}0386426 - 10$	$\log e'' = 8{,}0386426 - 10$
» $f = 7{,}5767386 - 10$	» $f' = 7{,}5782072 - 10$	» $f'' = 7{,}5945605 - 10$
» $g = 7{,}4534860_n - 10$	» $g' = 7{,}4457668_n - 10$	» $g'' = 7{,}4377879_n - 10$
» $h = 6{,}9897105 - 10$	» $h' = 6{,}9726606 - 10$	» $h'' = 6{,}9552344 - 10$
» $i = 6{,}0989673_n - 10$	» $i' = 6{,}0520715_n - 10$	» $i'' = 6{,}0016498_n - 10$
» $k = 5{,}0286882 - 10$	» $k' = 4{,}9569667 - 10$	» $k'' = 4{,}8807904 - 10$
» $l = 3{,}8558970_n - 10$	» $l' = 3{,}7643072_n - 10$	» $l'' = 3{,}6681758_n - 10$
» $m = 2{,}6158972 - 10$	» $m' = 2{,}5082362 - 10$	» $m'' = 2{,}3962566 - 10$
» $n = 1{,}3281295_n - 10$	» $n' = 1{,}2072520_n - 10$	» $n'' = 1{,}0823796_n - 10$

Zu Gl. **23** gehörig.

$\log F = 5{,}1891210 \;-10$	$\log F' = 2{,}7836815 \;-10$	$\log F'' = 0{,}3782420 \;-10$
» $G = 5{,}3333784_n - 10$	» $G' = 3{,}1040301_n - 10$	» $G'' = 0{,}8235294_n - 10$
» $H = 5{,}1644067 \;-10$	» $H' = 3{,}1152542 \;-10$	» $H'' = 0{,}9617301 \;-10$
» $I = 4{,}7583819_n - 10$	» $I' = 2{,}9218926_n - 10$	» $I'' = 0{,}9065863_n - 10$
» $K = 4{,}1533872 \;-10$	» $K' = 2{,}5653599 \;-10$	» $K'' = 0{,}7026670 \;-10$
» $L = 3{,}3548955_n - 10$	» $L' = 2{,}0644320_n - 10$	» $L'' = 0{,}3724900_n - 10$
» $M = 2{,}4238239 \;-10$	» $M' = 1{,}4323005 \;-10$	» $M'' = 9{,}9295135 \;-10$
» $N = 1{,}4000200_n - 10$	» $N' = 0{,}6818293_n - 10$	» $N'' = 9{,}9830286_n - 10$
» $O = 0{,}3080221 \;-10$		

Zu Gl. **29** gehörig.

$\log \alpha' = 7{,}3731645 \;-10$
» $\beta' = 7{,}8774476_n - 10$
» $\gamma' = 7{,}9292438 \;-10$
» $\delta' = 7{,}5855864_n - 10$
» $\varepsilon' = 6{,}7505706 \;-10$
» $\zeta' = 5{,}2157626_n - 10$
» $\eta' = 5{,}2393392_n - 10$
» $\vartheta' = 4{,}7924456 \;-10$

Zu Gl. **33** gehörig.

$\log A' = 7{,}3731645 \;-10$	$\log A'' = 4{,}9677250 \;-10$	$\log A''' = 2{,}5622855 \;-10$
» $B' = 7{,}8765427_n - 10$	» $B'' = 5{,}5570000_n - 10$	» $B''' = 3{,}2232414_n - 10$
» $C' = 7{,}9266743 \;-10$	» $C'' = 5{,}7478736 \;-10$	» $C''' = 3{,}5147964 \;-10$
» $D' = 7{,}5791713_n - 10$	» $D'' = 5{,}6540763_n - 10$	» $D''' = 3{,}5611861_n - 10$
» $E' = 6{,}7303674 \;-10$	» $E'' = 5{,}3202278 \;-10$	» $E''' = 3{,}4148213 \;-10$
» $F' = 5{,}1035475_n - 10$	» $F'' = 4{,}7672956_n - 10$	» $F''' = 3{,}1033179_n - 10$
» $G' = 5{,}2420639_n - 10$	» $G'' = 3{,}9540685 \;-10$	» $G''' = 2{,}6574642 \;-10$
» $H' = 4{,}7842927 \;-10$	» $H'' = 2{,}4247675_n - 10$	» $H''' = 2{,}0135322_n - 10$

$\log A^{IV} = 0{,}1568460\ -10$	$\log A^{V} = 7{,}7514065\ -20$
» $B^{IV} = 0{,}8793110_n - 10$	» $B^{V} = 8{,}5277469_n - 20$
» $C^{IV} = 1{,}2497950\ -10$	» $C^{V} = 8{,}9634525\ -20$
» $D^{IV} = 1{,}3948753_n - 10$	» $D^{V} = 9{,}1854855_n - 20$
» $E^{IV} = 1{,}3676690\ -10$	» $E^{V} = 9{,}2467447\ -20$
» $F^{IV} = 1{,}1968661_n - 10$	» $F^{V} = 9{,}1760652_n - 20$
» $G^{IV} = 0{,}8986164\ -10$	» $G^{V} = 8{,}9908359\ -20$
» $H^{IV} = 0{,}4813354_n - 10$	» $H^{V} = 8{,}7018986_n - 20$

Auch hier gelten alle zu Gl. **23** und Gl. **33** gehörige Constanten nur für $\theta = 90°$ und müssen für andere Werthe von θ verbessert werden. Diese Constanten sind deshalb in dieser Weise berechnet worden, weil damit gleichzeitig die Refraction und der Winkel u am Centrum der Erde gefunden werden können.

Anmerk. Die Berechnung der Constanten, so wie alle übrigen grösseren Rechnungen sind von meinen Gehülfen an der Struveschen Gradmessung, den Premier-Lieutenants Graf von Schlippenbach und Löwe ausgeführt worden.

§ 11. Vergleichung der Refractionen und der Winkel am Krümmungs-Centrum für $\varepsilon = 4$ und $\varepsilon = 5$.

I. Für $\varepsilon = 4$.

Wird in der Gl. **39** $x = 1$ gesetzt, so findet man für $\theta = 90°$

$$R = \frac{1}{\sin 1'' \sqrt{e''}} \Big[A' + \frac{B'}{3} + \frac{C'}{5} + \ldots \\ - \frac{1}{2e''}\left(\frac{A''}{3} + \frac{B''}{5} + \ldots\right) \\ \vdots \Big]$$

Werden hier die im vorigen § berechneten Coefficienten eingeführt, so giebt

die erste Horizontalreihe......		2028,″060
» zweite	»	—28,225
» dritte	»	+ 1,240
» vierte	»	— 0,053
» fünfte	»	— 0,012
Horizontal-Refraction		= 2001,010

*

Wird die Gl. **25** in gleicher Weise behandelt, so giebt

die erste Horizontalreihe.....			22545″,644
» zweite	»	+	51,278
» dritte	»	—	4,845
» vierte	»	+	0,454

Winkel u am Centrum der Erde $= 22592''{,}531 = 6° 16' 32''{,}53$.

Für $\theta = 80°$ müssen zunächst die Coefficienten verbessert und dann nach den Gleichungen **23** und **37** die Integrale $0'$, 0^2.... P', P^2...... u. s. w. gesucht werden.

Verbesserte Constanten.

$\log e'' = 7{,}9606758 - 10$	$\log F = 4{,}5974368 - 10$
» $f'' = 7{,}2987184 - 10$	» $G = 4{,}4554803_n - 10$
» $g'' =$ wie früher	» $H = 3{,}8663158 - 10$
» $h'' =$	» $I = 2{,}9594889_n - 10$
⋮	⋮

A', B'..... bleiben ungeändert.

$\log A'' = 4{,}5450834 - 10$
» $B'' = 4{,}9417138_n - 10$
» $C'' = 4{,}8607126 - 10$
» $D'' = 4{,}3691548_n - 10$
» $E'' = 3{,}5396935 - 10$
» $F'' = 2{,}4399406_n - 10$

Integrale.

$\log O^1 = 0{,}7306503$	$\log P^1 = 1{,}6724500$
» $O^2 = 0{,}4199508$	» $P^2 = 1{,}5390027$
» $O^3 = 0{,}2391388$	» $P^3 = 1{,}4360406$
» $O^4 = 0{,}1114177$	» $P^4 = 1{,}3547260$
» $O^5 = 0{,}0127153$	» $P^5 = 1{,}2768882$
» $O^6 = 9{,}9320707 - 10$	» $P^6 = 1{,}2483655$
» $O^7 = 9{,}8647634 - 10$	

Nach Gl. **35** giebt	die erste Horizontalreihe	+	321,″391
	» zweite »	—	0,695
	für $\theta = 80°$	$R =$	320,696

Nach Gl. **24** giebt	die erste Horizontalreihe	+	5741,″014
	» zweite »	+	0,686
	für $\theta = 80°$	$u =$	5741,700 = 1° 35′ 41,″7.

II. Für $\varepsilon = 5$.

Nach Gl. **39** giebt	die erste Horizontalreihe		2085,″647
	» zweite »	—	33,925
	» dritte »	+	1,340
	» vierte »	+	1,363
	» fünfte »	—	2,348
	Horizontal-Refraction		2052,077

Nach Gl. **25** ist	die erste Horizontalreihe	=	25166,″981
	» zweite »	+	99,621
	» dritte »	—	11,785
	» vierte »	+	1,464

Winkel u am Centrum der Erde = 25256,281 = 7° 0′ 56,″28

Eben so findet man für $\theta = 80°$ $R =$ 320,″70
und $u =$ 7087,″47 = 1° 58′ 7,″47

Zusammenstellung.

Werth von ε	Refraction für $\theta = 80°$	Refraction für $\theta = 90°$	Winkel u für $\theta = 80°$	Winkel u für $\theta = 90°$
4	320,″70	2001,″01	1° 35′ 41,″70	6° 16′ 32,″53
5	320,70	2052,08	1 58 7,47	7 0 56,28

Hieraus geht hervor, dass eine Aenderung von ε um eine Einheit auf die Refraction unter der Z. D. $\theta = 80°$ ohne allen Einfluss ist. Die Constitution der Atmosphäre bringt daher nur in der Nähe des Horizontes Veränderungen in der Strahlenbrechung hervor.

Die obigen Rechnungen sind unabhängig von jeder beobachteten Refraction geführt und gründen sich lediglich auf die von den Physikern gefundenen Werthe für den Ausdehnungs-Coefficienten der Luft m, und für die strahlenbrechende Kraft derselben $P(\rho)$.

Soll die Refraction für $\theta = 80°$ zufolge directer Beobachtungen verändert werden, so muss, wenn dieselbe kleiner werden soll, entweder m vergrössert oder $P(\rho)$ verkleinert werden. Für eine Vergrösserung der Refraction erleiden m oder $P(\rho)$ die entgegengesetzten Aenderungen.

Nach Bessel's Tafeln (Encke's *astronom. Jahrbuch für 1849*) ist die Refraction bei 80° Z. D. und bei 8° R. Wärme $= 318''{,}96$ (siehe § 12) der Unterschied beträgt $1''{,}74$.

Soll diese Refraction bei 80° nach Bessel unverändert beibehalten werden, so muss wie erwähnt entweder $P(\rho)$ verkleinert oder m vergrössert werden, d. h. man müsste entweder $P(\rho) = 0{,}00058603$ anstatt $0{,}00058917$, oder $m = 0{,}0046046$ anstatt $0{,}00458$ annehmen. Für den ersten Fall lässt sich kein genügendes Motiv anführen, für den zweiten dagegen kann geltend gemacht werden, dass die sorgfältige Bestimmung des Coefficienten m von Rudberg und Magnus sich auf trockene Luft bezieht, und dass die grössere Ausdehnung des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfes eine Vergrösserung von m nicht bloss rechtfertige, sondern nothwendig mache. Die alte Bestimmung von m durch Gay-Lussac war für 1° R. $= 0{,}004688$, also noch um $0{,}0000834$ grösser. Die Absicht, diesen Coefficienten für gewöhnliche atmosphärische Luft $= 0{,}0046046$ anzunehmen, enthält daher keinen Widerspruch und erscheint deshalb zulässig. Wenn dieser Werth von m oben eingeführt würde, so erhielte man die Refraction zwischen 0 und 80° Z. D. übereinstimmend mit Bessel.

§ 12. Berechnung der astronomischen Refraction.

Für den praktischen Gebrauch bietet die Construction einer allgemeinen Formel, welche für alle vorkommenden Zenith-Distancen, von $\theta = 0°$ bis zu 90° und darüber hinaus, mit voller Gültigkeit auch die Bequemlichkeit der Rechnung vereinige, grosse Schwierigkeiten dar; dieselben verschwinden aber, wenn man die Berechnung der Refraction in zwei Theile zerlegt, von denen der erste die Zenithdistancen von 0 bis 80°; der zweite die Zenithdistancen von 80° bis zum Horizont und darüber hinaus umfasst. Für den ersten Theil gilt die Gl. **32**, für den zweiten die Gl. **33** oder auch die Gl. **37**. Letztere bietet den Vortheil, dass ihre Coefficienten zugleich zur Berechnung des Winkels u dienen können.

Setzt man in der Gl. 32

$$S = \frac{f(A)}{2 \sin 1''}; \quad S^I = \frac{f(Ay)}{2.2. \sin 1''}; \quad S^{II} = \frac{1.3 f(Ay^2)}{2.2.4. \sin 1''};$$

$$S^{III} = \frac{1.3.5 f(Ay^3)}{2.2.4.6. \sin 1''}; \quad S^{IV} = \frac{1.3.5.7 f(Ay^4)}{2.2.4.6.8. \sin 1''},$$

so erhält man

I. Für Zenithdistancen von $\theta = 0°$ bis $\theta = 80°$.

$$R = \operatorname{tang}\theta \left[S - \frac{S^I}{\cos^2\theta} + \frac{S^{II}}{\cos^4\theta} - \frac{S^{III}}{\cos^6\theta} + \frac{S^{IV}}{\cos^8\theta} - \dots \right]$$

wo

S	$= 58''{,}59773$	$\log S$	$= 1{,}7678808$
S^I	$= 0{,}067634$	» S^I	$= 8{,}83016 - 10$
S^{II}	$= 0{,}0001940$	» S^{II}	$= 6{,}28788 - 10$
S^{III}	$= 0{,}0000007868$	» S^{III}	$= 3{,}89587 - 10$
S^{IV}	$= 0{,}000000003866$	» S^{IV}	$= 1{,}58726 - 10$

II. Für Zenithdistancen von $\theta = 80°$ bis über $90°$ hinaus.

Zur Berechnung der Refractionen in diesem Bereich der Zenithdistancen dient a) die Gl. 33, deren Coefficienten aber nicht berechnet sind, oder b) die Gl. 37, deren Coefficienten sich in § 10 finden. Die Integrale $O^1, O^2 \dots P^1, P^2 \dots$ u. s. w. müssen aber für jede Zenithdistance besonders berechnet werden, und selbst an ihren Coefficienten ist eine von der Zenithdistance abhängige Veränderung anzubringen. Dies macht den Gebrauch dieser Formel beschwerlich und hat zur Construction der Gl. 49 Veranlassung gegeben. Ganz zu umgehen sind aber die Gleichungen 33 oder 37 nicht, weil die Convergenz der Reihe I aufhört, wenn $\cos^2\theta = e'$ wird, welches der Fall ist für $\theta = 84° 36' 45''{,}24$. Für diese Zenithdistance oder für $\cos^2\theta = e'$ giebt die Gl. 37 die Refraction $= 558''{,}49$. Es kann aber der Gebrauch dieser Gleichungen sehr eingeschränkt werden, wenn man in der Reihe I nach einige Glieder mehr berechnet. Dieselbe gilt jetzt schon bis 82° und wird dann bis 83° sicher ausreichen. Die nachfolgende Gleichung gilt von 86° abwärts nach dem Horizont hin; es bleibt alsdann für die Gleichungen 33 oder 37 nur der enge Raum zwischen 83° und 86° Zenithdistance übrig.

Die Berechnung der Horizontal-Refraction nach Gl. 39 giebt $R'' = 2001''{,}01$, man erhält daher für die Refractionen in der Nähe des Horizontes bis zu 86° Zenithdistance aufwärts nach Gl. 49.

III. $$R = \sin\theta \left[2001''{,}01 + \frac{\Sigma_2 \cos^2\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_4 \cos^4\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_6 \cos^6\theta}{\sin 1''} + \dots \right.$$
$$\left. + \frac{\Sigma_1 \cos\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_3 \cos^3\theta}{\sin 1''} + \frac{\Sigma_5 \cos^5\theta}{\sin 1''} + \dots \right]$$

wo

$$\log \frac{\Sigma_2}{\sin 1''} = 5{,}8003794 \qquad \log \frac{\Sigma_1}{\sin 1''} = 4{,}6155219_n$$

$$» \frac{\Sigma_4}{\sin 1''} = 7{,}9453407 \qquad » \frac{\Sigma_3}{\sin 1''} = 6{,}9036771_n$$

$$» \frac{\Sigma_6}{\sin 1''} = 9{,}9617887 \qquad » \frac{\Sigma_5}{\sin 1''} = 8{,}9569261_n$$

$$» \frac{\Sigma_8}{\sin 1''} = 11{,}9525241 \qquad » \frac{\Sigma_7}{\sin 1''} = 10{,}9651469_n$$

$$» \frac{\Sigma_{10}}{\sin 1''} = 13{,}8032033 \qquad » \frac{\Sigma_9}{\sin 1''} = 12{,}9036046_n$$

$$» \frac{\Sigma_{12}}{\sin 1''} = 15{,}4199783 \qquad » \frac{\Sigma_{11}}{\sin 1''} = 14{,}6431063_n$$

$$» \frac{\Sigma_{14}}{\sin 1''} = 16{,}7873459 \qquad » \frac{\Sigma_{13}}{\sin 1''} = 16{,}1349001_n$$

$$» \frac{\Sigma_{16}}{\sin 1''} = 17{,}5438177 \qquad » \frac{\Sigma_{15}}{\sin 1''} = 17{,}3468886_n$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

Nach diesen drei Formeln sind in der nachfolgenden Zusammenstellung die Refractionen berechnet worden.

Tabelle der Refractionen

Bei 8° Reaumur Lufttemperatur und 336,905 Par. Lin. Barometerstand bei 0° des Quecksilbers im Barometer.

Scheinbare Z. D. = θ	Refractionen		Diff.
	nach Gleich. I, II, III.	nach Bessel.	
10°	10,″32	10,″27	+ 0,″05
20	21,30	21,18	+ 0,12
30	33,78	33,59	+ 0,19
40	49,07	48,82	+ 0,25
45	58,46	58,20	+ 0,26
50	69,64	69,30	+ 0,34
60	101,03	100,57	+ 0,49
70	159,45	158,67	+ 0,78
80	320,70	318,96	+ 1,74
85	593,78	591,62	+ 2,16
86	705,88	705,00	+ 0,88
87	862,60	862,05	+ 0,55
87 30′	967,92	969,26	— 1,34
88	1090,44	1098,1	— 7,66
88 30	1245,53	1261,8	— 16,27
89	1438,77	1477,4	— 38,63
89 30	1684,44	1758,7	— 74,26
90	2001,01	2112,2	— 111,19
90 30	2415,30		
91	2966,91		

Anmerk. Da in den Bessel'schen Refractions-Tafeln, die Encke im Jahrbuch pro 1849 mittheilt, die Temperatur des Quecksilbers im Barometer gleich der des innern Thermometers ist, so muss der Barometerstand 336,905 auf 8° R. gebracht, d. h. = 337,51 gesetzt werden, um nach den Tafeln die obigen vergleichbaren Refractionen zu finden.

§ 13. Beobachtete astronomische Refraction.

Vereinzelte Beobachtungen, welche ich zu verschiedenen Zeiten auf verschiedenen Dreieckspunkten angestellt hatte, gaben mir die astronomische Refraction in der Nähe des Horizontes stets kleiner als die Tafeln; ich wartete daher nur auf eine Gelegenheit, um eine zusammenhängende Reihe solcher Beobachtungen zu erhalten. Diese Gelegenheit bot sich im Jahr 1855 bei der Verbindung der Preussischen und Mecklenburgischen Dreiecke dar. Der Dirigent der Mecklenburgischen Landesvermessung Herr Ministerial-Secretair Paschen übernahm die Beobachtung auf dem Dreieckspunkte *Ruhnerberg* bei *Parchim*; Herr Oberstlieutenant v. Hesse vom Generalstabe, auf dem Dreieckspunkte *Höbeck* bei *Gartow*. Die Resultate dieser Beobachtungen theile ich hier mit, so wie sie mir von den Beobachtern überliefert wurden.

log Entfernung *Ruhnerberg-Höbeck* = 4,3122526 Toisen.

Höhe des Fernrohrs auf *Ruhnerberg* über d. Ostsee........98,9115

» » » » *Höbeck* » » 40,9645

Azimuth des Dreieckspunktes *Höbeck* in *Ruhnerberg* = 130° 51′ 42,″35

von Nord über Ost gezählt. Dies Azimuth hat Herr Paschen aus Schumacher's astronomischer Bestimmung von *Lauenburg* hergeleitet.

Polhöhe von *Ruhnerberg* = 53° 17′ 50,″341.

» » *Höbeck* = 53 4 11,6.

Station *Ruhnerberg* 1855.

10 zölliges Universal-Instrument № 1 von Pistor und Martins mit microscopischen Ablesungen.

Wahre Ruhner Sonnenzeit.	Object.		Zenithdistance.	Terrestr. Coeffic. *k*	Astron. Refract. Beob. — Rechn.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
			Juli 13. Abends.				
$6^h 40^m 0^s$	Höbeck	⊖	90° 19′ 3,″69	0,14455		17,°40	$6^h 23^m$
6 44 26,57	Sonne	*u*	79 8 18,29		— 5,″86	17,40	333,76
6 48 14,79	—	*o*	79 8 16,34		+ 0,10	17,39	Th. 18,4
6 51 30,00	—	*u*	80 6 24,14		— 10,43	17,39	
6 55 19,72	—	*o*	80 6 24,75		— 13,28	17,40	

Wahre Ruhner Sonnenzeit.	Object.	Zenithdistance.	Terrestr. Coeffic. k	Astron. Refract. Beob. — Rechn.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
		Juli 13. Abends. Fortsetzung.				
$7^u 19^m 0^s$	Höbeck ⊖	90° 19′ 0″,18	0,14995		17°,40	
7 22 28,72	Sonne *u*	84 12 29,63		— 11″,23	17,34	
7 26 31,68	— *o*	84 12 31,83		— 8,99	17,33	
7 28 57,31	— *u*	85 1 51,23		— 14,50	17,30	
7 33 56,21	— *o*	85 8 33,34		— 16,84	17,31	
7 46	Höbeck ⊖	90 18 55,66	0,15690		17,30	
7 53 34,94	Sonne *u*	87 59 45,50		— 17,24	17,28	
7 57 53,65	— *o*	87 59 45,62		— 22,52	17,26	$8^u\ 0^m$
8 0 37,60	— *u*	88 47 16,02		— 53,23	17,26	333,85
8 5 0,58	— *o*	88 47 15,17		— 60,90	17,20	Th. 17,6
8 12 14,26	— *o*	89 32 34,12		— 89,93	17,13	
		Juli 13. (14. Morgens.)				
16 12	Höbeck ⊖	90 16 56,50	0,3414		13,44	
16 15	— ⊖	90 17 9,38	0,3214		14,02	
16 19 15,46	Sonne *o*	86 0 55,28		+ 3,33	14,08	$16^u 49^m$
16 23 23,93	— *u*	86 0 54,79		+ 12,32	14,25	333,30
16 27 5,65	— *o*	85 3 0,74		+ 6,95	14,16	Th. 14,3
16 31 11,12	— *u*	85 3 1,84		+ 7,15	14,24	
16 37	Höbeck ⊖	90 17 38,02	0,2771		14,18	$17^u 19^m$
16 39	— ⊖	90 17 41,91	0,2711		14,21	333,35
16 44 36,72	Sonne *o*	82 49 0,74		+ 4,13	14,31	Th. 15,3
16 48 33,74	— *u*	82 48 59,64		+ 10,18	14,30	
16 50 37,82	— *o*	82 1 37,21		+ 6,64	14,21	$18^u 9^m$
16 54 33,44	— *u*	82 1 35,13		+ 5,72	14,20	333,36
16 57	Höbeck ⊖	90 17 52,99	0,2539		14,30	Th. 15,1
16 59	— ⊖	90 17 49,04	0,2601		14,30	
17 3 26,36	Sonne *o*	80 18 54,90		+ 11,19	14,40	
17 7 16,83	— *u*	80 18 54,41		+ 13,02	14,43	
17 9 15,32	— *o*	79 31 40,31		+ 3,55	14,48	
17 13 3,89	— *u*	79 31 37,86		+ 7,62	15,10	
		Juli 14. Abends.				
6 29	Höbeck ⊖	90 19 1,78	0,1475		18,29	$6^u\ 0^m$
6 38 6,86	Sonne *u*	78 22 56,01		— 16,82	18,31	332,95
6 41 52,83	— *o*	78 22 56,27		— 15,13	18,20	Th. 19,6
6 43 40,17	— *u*	79 8 57,49		— 7,49	18,22	
6 47 26,64	— *o*	79 8 55,29		— 12,57	18,21	

Wahre Ruhner Sonnenzeit.	Object.		Zenithdistance.	Terrestr. Coeffic. *k*	Astron. Refract. Beob. — Rechn.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
			Juli 14. Abends. Fortsetzung.				
$6^u 55^m$	Höbeck	⊖	90° 18′ 50″,40	0,1651		18°,20	$6^u 25^m$
7 2	—	⊖	90 18 46,90	0,1705		18,10	332,89
7 8	—	⊖	90 18 45,99	0,1719		18,10	Th. 19,3
7 12 9ˢ46	Sonne	*u*	82 59 24,04		—10″,81	18,09	
7 16 6,08	—	*o*	82 59 20,12		—13,64	18,08	$7^u 0^m$
7 20	Höbeck	⊖	90 18 42,57	0,1772		18,02	332,85
7 23 19,37	Sonne	*u*	84 26 13,62		—13,81	18,01	Th. 18,8
7 27 21,84	—	*o*	84 26 13,38		—13,11	18,10	
7 31 5,32	—	*u*	85 25 11,44		—18,71	18,10	$7^u 19^m$
7 35 11,28	—	*o*	85 25 9,24		—19,15	18,00	332,80
7 38 59,00	—	*u*	86 23 32,06		— 9,43	18,10	Th. 18,4
7 43 9,57	—	*o*	86 23 32,18		— 8,64	18,05	$7^u 49^m$
7 45	Höbeck	⊖	90 18 28,06	0,1997		18,05	332,75
7 48	—	⊖	90 18 31,94	0,1937		17,48	Th. 18,2
7 52 13,06	Sonne	*o*	87 28 1,25		—21,53	17,49	$8^u 9^m$
7 55	Höbeck	⊖	90 18 23,65	0,2083		17,40	332,73
8 4 37,31	Sonne	*o*	88 51 43,71		—14,91	17,40	Th. 17,9
			Juli 15. Abends.				
6 41	Höbeck	⊖	90 19 5,36	0,1419			
6 43	—	⊖	90 19 4,04	0,1440			
6 46 4,09	Sonne	*u*	79 36 6,98		— 3,27	15,40	$7^u 0^m$
49 50,32	—	*o*	79 36 4,54		—14,89		330,73
51 11,56	—	*u*	80 18 15,05		— 3,02		Th. 16,7
55 0,28	—	*o*	80 18 13,95		— 8,93	15,48	
58	Höbeck	⊖	90 19 4,46	0,1433		15,01	$7^u 30^m$
7 11	—	⊖	90 19 5,27	0,1421		15,31	330,70
15	—	⊖	90 19 1,26	0,1483		15,30	Th. 16,8
19 26,85	Sonne	*u*	84 3 47,27		— 8,36	15,31	
23 26,38	—	*o*	84 3 47,03		—16,40	15,32	$8^u 0^m$
25 3,96	—	*u*	84 47 2,51		—10,40	15,33	330,70
29 5,28	—	*o*	84 47 2,51		—24,32	15,26	Th. 16,4
36	Höbeck	⊖	90 19 2,80	0,1459		15,19	
40	—	⊖	90 19 0,98	0,1487		15,19	
7 43 20,93	Sonne	*u*	87 2 30,84		— 9,05	15,18	
47 32,10	—	*o*	87 2 29,61		—18,92	15,14	
49 32,64	—	*u*	87 46 14,07		— 3,48	15,12	
53 46,56	—	*o*	87 46 11,25		—18,25	15,11	
57	Höbeck	Tafel	90 18 47,87	0,1491		15,11	
8 0	—	Tafel	90 18 47,80	0,1492		15,11	

*

Wahre Ruhner Sonnenzeit.	Object.	Zenithdistance.	Terrestr. Coeffic. *k*	Astron. Refract. Beob. — Rechn.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
		Juli 15. (16. Morgens) Höbeck in Nebel.				
16ᵘ15ᵐ 6ˢ,91	Sonne *o*	86°45′55″,78		+ 0″,99	14°,00	16ᵘ 19ᵐ
19 17,67	— *u*	86 45 54,67		+ 7,08	14,01	330,28
21 38,15	— *o*	85 58 37,28		— 0,98	14,01	Th. 14,3
26 10,70	— *u*	85 55 32,15	rings	+ 1,44	14,01	
31 26,41	— *o*	84 45 26,59		+ 1,83	14,02	
35 29,52	— *u*	84 45 27,69	umher	+ 0,93	14,06	
38 4,60	— *o*	83 54 41,40		+ 6,06	14,05	
42 4,56	— *u*	83 54 37,73		+ 10,61	14,05	
45 38,53	— *o*	82 55 50,86	Nebel	+ 8,11	14,10	16ᵘ54ᵐ
49 35,19	— *u*	82 55 52,08		+ 9,06	14,12	330,23
51 14,22	— *o*	82 11 52,06		— 0,74	14,12	Th. 14,8
55 8,84	— *u*	82 11 46,06		+ 6,16	14,17	
		Juli 17. Abends.				
6 42	Höbeck Tafel	90 18 43,13	0,1564		13,46	
6 45 27,06	Sonne *u*	79 46 42,90		— 12,14		6ᵘ 54ᵐ
49 14,37	— *o*	79 46 46,82		— 17,27		326,65
52	Höbeck Tafel	90 18 45,33	0,1530		14,00	Th. 14,3
55 49,97	Sonne *o*	80 40 45,28		— 17,21	13,46	
7 32 14,67	— *u*	85 57 4,29		— 18,49	12,40	6ᵘ 34ᵐ
7 36 19,63	— *o*	80 57 0,62		— 23,89	12,40	326,66
38 29,61	— *u*	86 13 23,60		— 48,34	12,42	Th. 13,1

Station *Höbeck* 1855.

10 zölliges Universal-Instrument № II von Pistor und Martins mit microscopischen Ablesungen.

Azimuth des Signals Ruhn = 50° 29′ 28″,3 von N nach O.

Wahre Höbecker Sonnenzeit.	Object.	Z. D.	Terr.Coeffic. *k*	Astron. Refract.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
		Juli 12. (13. Morgens.)				335,63
15ᵘ 45ᵐ	Sonne *o*	88° 19′ 38″,2		0° 18′ 52″,5	11°,4	Th. 11,4
52	— *u*	88 7 55,3		0 18 3,2		
59	— *o*	87 12 5,9		0 14 18,4		
16 6	— *u*	87 12 3,3		0 14 15,8		
13	— *o*	86 12 2,6		0 11 39,4		17ᵘ10ᵐ
20	— *u*	86 12 1,6		0 11 34,1		335,89
27	— *o*	85 12 12,8		0 10 0,5		Th. 13,3
34	— *u*	85 12 12,5		0 9 53,6	13,2	

Wahre Höbecker Sonnenzeit.	Object.	Z. D.	Terr.Coeffic. k	Astron. Refract.	Luft-Temp. R°.	Barom. und Therm.
		Juli 13. Abends.				$7^u\,30^m$
$7^u\,45^m$	Sonne *o*	86° 43′ 38″,7	0,1617	0° 12′ 44″,2	18°,7	337,28
48	— *o*	87 9 17,3		0 13 35,7		Th. 19,4
55	— *o*	87 59 31,6	0,1685	0 16 56,4	18,7	
58	— *o*	88 18 48,2		0 18 8,2		
8 4	— *o*	88 59 57,7	0,1730	0 22 10,6		
8	— *o*	89 19 19,0		0 24 0,7		
14	— *o*	89 47 49,0		0 28 33,1		337,45
17	— *u*	90 7 12,6		0 33 38,5	17,3	Th. 17,4

§ 14. Bestimmung der Zenithdistance z, am Object oder im Anfangspunkt der Curve des Strahls und der einzelnen Brechungswinkel.

Es sei (Fig. 4) b der Standpunkt im Niveau des Meeres; gbe die scheinbare Z. D. $=\theta$; gba die wahre Z. D. eines Sternes $=\theta+R=\theta+\Delta\theta+\Delta z$. d sei der Punkt, wo der vom Stern kommende Strahl zuerst die äussere Grenze der Atmosphäre trifft. fd die Tangente der Curve im Anfangspunkt; be die Tangente der Curve im Endpunkte; so ist $efd=R$ die Refraction. ba ist $\#\, fd$, daher $R=\Delta\theta+\Delta z$. $edf=z$ ist die scheinbare Zenithdistance von b im Anfangspunkte d; $z+\Delta z$ die wahre Z. D. von b in d. $\angle fdb=\Delta z$ der obere, $\angle fbd=\Delta\theta$ der untere Brechungswinkel. $180°-z'=\angle bad=fde=z$.

In dem $\Delta\, acb$ ist $\qquad z'+u=\theta+R.$

In dem $\Delta\, bdc$ sind die Seiten bc und cd mit dem eingeschlossenen Winkel u gegeben; bc ist $=$ dem Erdradius a; $cd=a+r-a$ wo $r-a=$ der Höhe der Atmosphäre die nach § 10 bekannt ist. Wir haben daher für die Winkel an der Grundlinie $\frac{1}{2}(A+B)=90°-\frac{1}{2}u$ und nach § 8

$$\operatorname{tg.}\tfrac{1}{2}(A-B)=\frac{\frac{r-a}{a}}{\left(2+\frac{r-a}{a}\right)\operatorname{tg}\frac{1}{2}u}.$$

Daraus folgen die Winkel dbc und bdc. Nun ist

$$\angle dbc-\angle abc=\Delta z \text{ und da } R=\Delta\theta+\Delta z \text{ so folgt } \Delta\theta=R-\Delta z.$$

Wenn für ein gegebenes θ die Grössen u und R berechnet sind, so findet man aus der obigen Gleichung z' und dann $z=180°-z'$. Man kann diesen Winkel z' aber auch unabhängig finden. Gleich Anfangs unter Gl. 3 hatten wir gefunden

$$\operatorname{tg} z'=\frac{rdu}{dr}.$$

Aus Gl. 4 den Werth von $\frac{rdu}{dr}$ substituirt, giebt

$$\operatorname{tg} z' = \frac{\sin\theta}{\sqrt{\frac{r^2(1+P\rho)}{a^2(1+P\rho')} - \sin^2\theta}} = \sin\theta\,[\cos^2\theta + e'x + f'x^2 + g'x^3 + \ldots]^{-\frac{1}{2}}$$

Für $x = 0$ wird $z' = 0$, und für $x = 1$ gilt z' für die astronomische Refraction. Für $\theta = 90°$ findet man nach § 10

$$e' + f' + g' + h' + i' + k' + l' = 0{,}0100327103\ldots \log = 8{,}00141826-10;$$

daher

$$\log\operatorname{tg} z' = \log\frac{1}{\sqrt{[\;\;]}} = 0{,}9992909$$

$$z' = 84°\,16'\,48{,}''49.$$

In dem $\Delta\,abc$ sind für $\theta = 90°$ in § 11 die Werthe von u und R berechnet; es sind also alle 3 Winkel durch von einander unabhängige Rechnungen bekannt geworden, und da ihre Summe 180° betragen muss, so hat man darin zugleich eine Controle für die Rechnung.

Nimmt man bc = dem mittleren Erdradius, dessen log = 6,5140964, so findet man in dem erwähnten Dreieck

$a = 84°\,16'\,48{,}''49$	$\log bc = 6{,}5140964\ldots bc = 3266603$	Tois.
$b = 89\;\;26\;\;38{,}98$	» $ac = 6{,}5162437\ldots ac = 3282795$	»
$c = \;\;6\;\;16\;\;32{,}53$	» $ab = 5{,}5549351\ldots ab = \;\;358868{,}25$	»
$180°\;\;0'\;\;0{,}''00$		

$ac - bc = ah = 16192$ Toisen ist die Höhe des Punktes a über dem Niveau des Meeres. Die ganze Höhe der Atmosphäre ist nach § 10 = $17278{,}^T34$; der Punkt d, wo der von einem Stern kommende Lichtstrahl zuerst die Atmosphäre trifft, liegt also in der Lothlinie ac um $1086{,}^T34$ höher als a und ist vollkommen bestimmt. Wird durch den Punkt d die Linie df parallel mit ab gezogen, so ist df die Tangente der Curve des Strahls im Anfangspunkt und bd ihre Sehne.

Wird das Dreieck dbc aus zwei Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel u aufgelöst, so findet man

$$\angle\; d = 84°\;\;6'\,26{,}''87$$
$$b = 89\;\;37\;\;\;0{,}60$$
$$c = \;\;6\;\;16\;\;32{,}53.$$

Die Differenz der Winkel bei b giebt $\Delta z = 10'\,21{,}''62$

$$R = 33\;\;21{,}01$$
$$\Delta\theta = 22'\,59{,}''39.$$

In ähnlicher Weise können die Brechungswinkel für jede Zenithdistance θ gefunden werden.

In Bezug auf die terrestrische Refraction ist schon in § 8 gezeigt worden, wie die einzelnen Brechungswinkel gefunden werden; es bleibt daher nur noch die Berechnung der Zenithdistance z an der oberen Station übrig.

Ich wähle zunächst dazu die Beobachtung in *Kupferkuhle* um $10^u\, 34^m$.

$\theta = 89°\, 1'\, 10'',11$; Barom. $= 331^L,26$; Therm. $t' = 15°,9$; $\alpha = -0{,}0128758$ (§ 6. II).

Hieraus findet man nach § 6 $\log \frac{P\rho'}{1 + P\rho'} = 6{,}7321171 - 10.$

Ferner ist $\log a' = 6{,}5156271$; $\log(1 + mt') = 0{,}0305273.$

Mit der gegebenen Wärmeabnahme α findet man nach § 4

$\log p = 5{,}7657925_n - 10$; $\log q = 9{,}8564697_n - 20$; $\log n = 1{,}5692792 - 10$

$\varepsilon = \frac{N}{\sqrt{n}} = 4{,}022854$; $\log v = 5{,}7447897_n - 10$; $\log w = 4{,}0811521 - 10$

$\log \frac{1}{va'} = 7{,}7395832 - 10.$

Aus ε und $w_, = \frac{w}{v}$ erhält man nach Gl. 13 § 1

$\log e = 7{,}2279147_n - 10$; $\log f = 7{,}2628180 - 10$; $\log g = 6{,}87746_n - 10$

und hieraus

$$e' = e + \frac{2}{va'} = +0{,}009291160$$
$$f' = f + \frac{2e}{va'} + \frac{1}{v^2 a'^2} = +0{,}001843131$$
$$g' = g + \frac{2f}{va'} + \frac{e}{v^2 a'^2} = -0{,}0007341.$$

Für die Höhe der Atmosphäre $= -\frac{1}{v}$ findet man $17997^T,42$. Da der Standpunkt *Kupferkuhle* aber $88^T,24$ über dem Meere liegt, so ist die Höhe der Atmosphäre daselbst $= 17909^T,18$ und hieraus folgt

$$x = \frac{498^T,155}{17909{,}18}$$

$$\begin{aligned} \cos^2\theta &= +0{,}0002928400 \\ e'x &= +0{,}0002584400 \\ f'x^2 &= +0{,}0000014260 \\ g'x^3 &= -0{,}0000000158 \\ \hline [\quad] &= 0{,}0005526902 \ldots \log 6{,}7424816 - 10 \end{aligned}$$

$\operatorname{tg} z' = \frac{\sin\theta}{[\quad]^{\frac{1}{2}}}$; $\log \operatorname{tg} z' = 1{,}6287592 \ldots z' = 88°\, 39'\, 11'',00$

Z. D. auf dem Brocken $= 180° - z' = z = 91°\, 20'\, 49'',00$

beobachtet wurde dieselbe.............. $= 91\;\; 20\;\; 49{,}46$ § 6.

Diff......... $-0{,}46.$

Es könnte scheinen, als ob diese Uebereinstimmung zwischen der theoretischen Berechnung und der Beobachtung zufällig wäre; ich werde daher noch als zweites Beispiel aus der Beobachtung in *Kupferkuhle* um $4^u\ 34^m$ die Z. D. auf dem *Brocken* berechnen.

$\theta = 89^\circ\ 1'\ 13''\!,90$; Bar. $b' = 331'''\!,04$; Therm. $t' = 18^\circ\!,3$; $\alpha = -0{,}0140079$.

Hieraus findet man $\log \frac{P\rho'}{1+P\rho'} = 6{,}7273454 - 10$; $\log(1+mt') = 0{,}0349547$

$\log p = 5{,}8027391_n - 10$; $\log q = 9{,}8942305_n - 20$; $\log n = 1{,}6406229 - 10$

$\varepsilon = 3{,}70563$; $\log v = 5{,}7766592_n - 10$; $\log w = 4{,}0826516 - 10$; $\log \frac{1}{va} = 7{,}7077137 - 10$.

Höhe der Atmosphäre $= 16724'\!,02$; $x = \frac{498{,}155}{16635{,}78}$

$\log e' = 7{,}9399389 - 10$; $\log f' = 7{,}1407443 - 10$; $\log g' = 6{,}60317 - 10$

$$\begin{aligned}
\cos^2\theta &= +0{,}0002922110 \\
e'x &= +0{,}0002607715 \\
f'x^2 &= +0{,}0000012399 \\
g'x^3 &= -0{,}0000000107 \\
\hline
[\quad] &= +0{,}0005542117 \ldots \log 6{,}7436758 - 10
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\log \operatorname{tg} z' &= 1{,}6280987 \ldots\ldots z' = 88^\circ\ 39'\ 4''\!,36 \\
z &= 180^\circ - z' = 91\ \ 20\ \ 55{,}64 \\
&\text{beobachtet} \ldots\ldots = 91\ \ 20\ \ 56{,}32 \\
\hline
&\text{Diff.} \qquad -0''\!,68
\end{aligned}$$

Aus diesen Beispielen ist ersichtlich, wie genau sich die Zenithdistancen an einem entfernten Object aus den im Standpunkt gemachten Beobachtungen berechnen lassen, wenn die Wärmeabnahme zwischen Standpunkt und Object bekannt ist.

Vergleicht man in § 6 die Tabellen I und II, so ergiebt sich, dass die Thermometer an dem Beobachtungstage nur einmal die Wärmeabnahme richtig angaben, und zwar um $4^u\ 34^m$ Nachmittags. Wenn, wie nach dem Gange der Beobachtungen zu vermuthen steht, sich dieses Zusammentreffen täglich in nahezu derselben Zeit ereignete, so könnte dieser Umstand vortheilhaft zu genaueren Höhenbestimmungen in den Gebirgen benutzt werden, indem man sehr viel Bergspitzen wohl mit leichten meteorologischen, aber nicht mit schweren Winkel-Instrumenten ersteigen kann. In jedem Falle werden sich auf diese Weise bessere Resultate, als durch die Annahme eines mittleren Coefficienten erzielen lassen.

§ 15. Construction der Curve des Lichtstrahles.

Da die obige Untersuchung über die Refraction sich lediglich auf Polarcoordinaten gründet, so ist auch die Construction der Curve am leichtesten in Polarcoordinaten zu bewerkstelligen. Die allgemeinen Coordinaten seien

$$\begin{array}{l} u_o\,,\ r_o \\ u_1\,,\ r_1 \\ \vdots \\ u_n\,,\ r_n. \end{array}$$

Um die Werthe von u_1 bis $u_n = U$ zu erhalten, setze man in Gl. **25** x successive $=$

$$\frac{1}{n}\,,\ \frac{2}{n}\,\ldots\ldots\ldots\frac{n-1}{n}\,,\ 1.$$

Für $u_0 = o$ ist $r_0 = a$; $r_1 = a + \frac{H}{n}$; $r_2 = a + \frac{2H}{n}$; $r_n = a + H$, wo H die Höhe der Atmosphäre.

Für $x = 1$ ist $u_n = 6° 16' 32'',53$ (§ 11) $r_n = 3283881$ Toisen.

In rechtwinkligen Coordinaten, auf die Lothlinie und Horizontallinie im Standpunkt als Axen bezogen, findet man, wenn x in horizontaler und y in verticaler Richtung gezählt werden,

$$x_n = r_n \sin u_n$$
$$y_n = r_n \cos u_n - a.$$

§ 16. Bestimmung der Länge des Bogens der Curve des Lichtstrahles.

Für Polarcoordinaten ist der Differentialausdruck des Bogens

$$ds = \sqrt{dr^2 + r^2\,du^2} = dr\sqrt{1 + \frac{r^2\,du^2}{dr^2}}.$$

Nach den Gleichungen **4** und **17** findet man

$$\frac{rdu}{dr} = \frac{\sin\theta}{\sqrt{\frac{r^2}{a^2}\cdot\frac{1+P\rho}{1+P\rho'} - \sin^2\theta}} = \frac{\sin\theta}{[\cos^2\theta + e'x + f'x^2 + g'x^3 + \ldots]^{\frac{1}{2}}}$$

und daraus folgt, wenn der Werth in der Klammer mit X bezeichnet wird

$$\frac{r^2\,du^2}{dr^2} = \frac{\sin^2\theta}{X};$$

daher

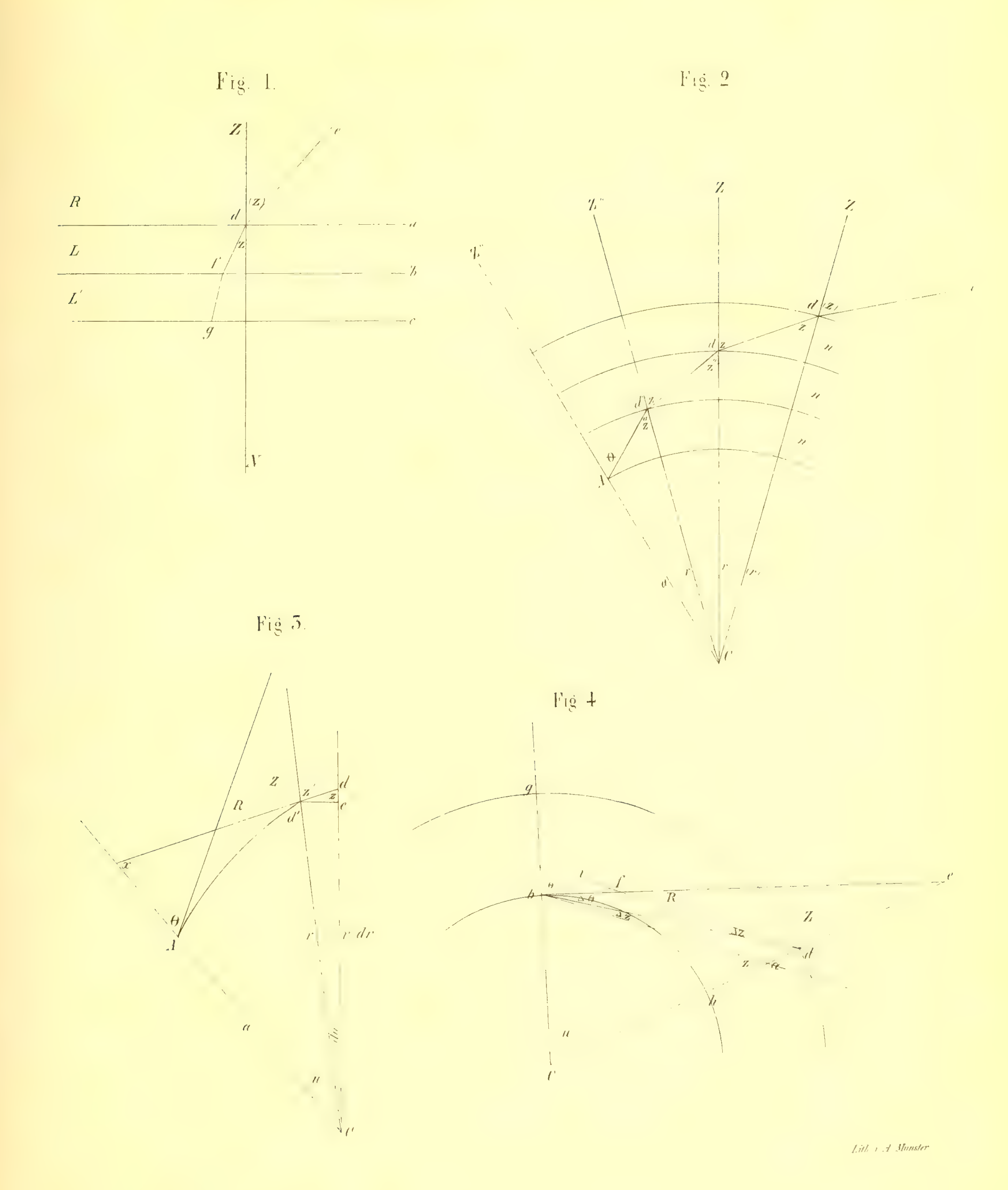
$$ds = dr \sqrt{\frac{X + \sin^2\theta}{X}}$$

und endlich, weil $dr = -\frac{dx}{v} = \frac{dx}{v}$, wenn v positiv genommen wird,

$$ds = \frac{dx}{v}\left[\frac{1 + e'x + f'x^2 + g'x^3 + h'x^4 + \ldots}{\cos^2\theta + e'x + f'x^2 + g'x^3 + \ldots}\right]^{\frac{1}{2}}.$$

Die Integration ist in ähnlicher Weise wie früher zu bewerkstelligen.

Berlin im März 1860.


Fig. 1.
Fig. 2
Fig 3.
Fig 4

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome III, № 6.

DAS

OLONEZER BERGREVIER

GEOLOGISCH UNTERSUCHT

IN DEN JAHREN 1856, 1857, 1858 UND 1859

VON

G. v. Helmersen,
Mitgliede der Akademie.

Mit 1 Karte.

Gelesen am 1. Juni 1860.

St. PETERSBURG, 1860.
Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg Eggers et Comp., **in Riga** Samuel Schmidt, **in Leipzig** Leopold Voss.

Preis: 45 Kop. = 15 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
K. Vesselofski, beständiger Secretär.
Im November 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Das Olonezer Bergrevier,

geologisch untersucht in den Jahren 1856, 1857, 1858 und 1859

von

G. von Helmersen.

Die Eisengiesserei von *Petrosawodsk*, am westlichen Ufer des *Onega*sees belegen, liefert seit der Zeit ihres Begründers, Peters des Grossen, die besten eisernen Geschütze und Projectile Russlands. Das zu den Geschützen erforderliche Gusseisen wird aus den im Olonezschen häufig vorkommenden Seeerzen gewonnen, und mit einem gewissen Antheil Uralschen, aus Magneteisenstein erschmolzenen Gusseisens gemengt. Die Petrosawodsker Hütte ward 1703 gegründet und 1704 begann man daselbst Kanonen zu giessen. Die Kontschesersche Eisenhütte ward später angelegt, und ist gegenwärtig nur eine Nebenhütte von Petrosawodsk, dem sie Gusseisen liefert. Obgleich nun die Menge des Gusseisens, welche Petrosawodsk in Form von Geschützen und Geschossen liefert, jährlich nur etwa 170,000 Pud beträgt, so hat die hundert und funfzig-jährige Thätigkeit der Hütten doch schon alle nahgelegenen Erzvorräthe verbraucht. Man musste immer weiter und weiter nach Seeerzen ausschauen, und gegenwärtig ist man genöthigt den Erzertrag mancher Seen und Sümpfe über 200 Werst weit zu Lande, im Winter, nach Petrosawodsk zu führen; wie z. B. die Erze aus dem Powenezschen Kreise und aus dem von Pudosh. Der Preis solcher Erze stellt sich natürlich schon sehr hoch und kann mit der Zeit nur noch mehr steigen. Da musste es denn sehr wünschenswerth erscheinen, andere Lagerstätten und wo möglich von ergiebigeren und reineren Eisenerzen aufzufinden, wie etwa Magneteisenstein, Eisenglanz, Brauneisenstein, Thoneisenstein u. s. w. Alle diese Erze kommen in den Gesteinen des Olonezschen Gouvernements vor, und sind sowohl in älterer als auch in neuerer Zeit hier und da untersucht, ja versuchsweise sogar abgebaut worden, aber bisher ohne genügenden Erfolg. Auch Kupfererze kommen häufig vor, an einigen Stellen sogar gediegen Kupfer. Man gewann sie in Gruben, die von deutschen Bergleuten angelegt waren, und die Grösse der Halden zeugt davon, dass der Abbau an manchen Stellen sehr bedeutend war, wie z. B. in der *Woronowschen* und *Nergubschen* Grube, bei dem Dorfe *Perguba*, und wie in der Gegend von *Kontscheserskoi* und *Foimaguba*. Sie wurden in *Kontscheserskoi* verschmolzen, das damals *Mednoi Sawod* (die Kupferhütte) hiess. Im Jahre 1787 wurden aber alle diese Gruben, so auch die Goldgrube

zu *Woizk*, am Flusse *Wyg*, durch einen österreichischen Bergbeamten, den bekannten Grafen Harrsch, den die Russische Regierung zu einer Untersuchung des Olonezer Reviers eingeladen hatte, todtgesprochen. Seit der Zeit ist der ausgedehnte Bergbetrieb, der das Olonezer Gouvernement im achtzehnten Jahrhundert belebte, auf ein Minimum herabgesunken; düstere Stille trat an die Stelle lauten, fröhlichen Lebens. Die alten, hölzernen Grubengebäude sind in Schutt zerfallen, die Gruben verstürzt oder mit Wasser angefüllt, die Halden zum Theil schon bemoost und mit hohen Bäumen bestanden, und die Tradition berichtet von einem fremden Volke, *Bergauly* genannt, das hier vor Zeiten Bergbau getrieben hat. Es ist das durch Russen und Karelier corrumpirte deutsche Wort «Berghäuer», woraus bei dem gemeinen Manne dieser Gegend «Бергаулы» entstanden ist. Aber seit jener Zeit bergmännischer Thätigkeit hat die Provinz Olonez den Ruf des Metallreichthums behalten und lockt von Zeit zu Zeit Erzsucher an.

Aus den obenerwähnten Gründen, die 1854 und 1855 durch vermehrten Bedarf an Kriegsmaterial noch dringender geworden waren, ward ich 1856 auf Befehl Seiner Majestät des Kaisers beauftragt, das Olonezer Revier geologisch zu untersuchen und eine geologische Karte desselben anzufertigen. Auch sollte ich die wichtigsten der alten Gruben besichtigen und Gutachten über deren Bauwürdigkeit abgeben, so weit dies ohne wiederholte bergmännische Untersuchung möglich ist. Auf Schürfungen konnte ich mich nicht einlassen, noch weniger auf das Aufräumen alter Baue; dergleichen Arbeiten müssen besonders ausgeführt werden; sie können zwar mit geologischen Untersuchungen Hand in Hand gehen, erfordern aber besondere Zeit, besondere Mittel und besonderes Personal.

Im Juni 1856 begab ich mich über *Ladoga*, *Ladeinoje Pole* und *Olonez* nach *Petrosawodsk*. Der damalige Berghauptmann des Reviers, Generalmajor Nicolai Butenew, hatte mir eine kleine geologische Karte geschickt, auf der alle Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen im Revier zusammengestellt waren. Sie hat mir gute Dienste geleistet, verbrannte aber leider 1857 in *Wosnessenje* durch einen unglücklichen Zufall. Der General Butenew und der Oberst Komarow, so wie der Kapitain Iwanow, sind die Officiere, welche das Olonezsche Revier am besten kennen. Besonders lehrreich und dankenswerth waren die Mittheilungen des Herrn von Butenew, dem ich mich sehr verpflichtet fühle. Sein Gehülfe, Oberst Völkner, gegenwärtig Berghauptmann des Reviers, hat mich auf die zuvorkommendste und energischste Weise bei meiner Arbeit unterstützt. Der unermüdliche Eifer dieses kenntnissreichen Officiers giebt die besten Hoffnungen für eine gedeihliche Entwickelung und Förderung nicht nur der bergmännischen, sondern auch der commerziellen und agronomischen Zustände des Reviers.

Von manchen geologischen Nachrichten über das Olonezer Gouvernement, die im Gornoi-Journal gedruckt sind, verdienen die vom General Butenew und seinem Bruder Constantin Butenew, von Komarow und Engelmann besonderer Erwähnung; sie sind mir sehr nützlich gewesen. In Petrosawodsk angekommen, besuchte ich zuerst die nächsten Umgebungen der Stadt. Herr v. Butenew zeigte mir die Steinbrüche am Kamen-

noi-Bor, $1\frac{1}{2}$ Werst südlich von Petrosawodsk, wo früher Gestellsteine für die Hohöfen gebrochen wurden; quarzige Sandsteine, die nicht selten breccienartig sind. Dann machte ich eine Excursion über Ssolomenskoi und das Dorf Jalguba nach der Insel Suissari, und nach den kleinen Thonschieferinseln Laiwissari. Auf dieser Fahrt, die mich die merkwürdige Ssolomensche Breccie kennen lehrte, hatte ich die Herren Spiridowitsch und Obodowsky zu Begleitern. Nach Petrosawodsk zurückgekehrt, reiste ich in Gesellschaft der Herren Iwanow und Obodowsky über *Kontscheserskoi*, *Wikschiza*, *Paelosero*, *Ussuna* nach dem Dorfe *Koikara* an der *Ssuna*, in dessen Nähe der Stabskapitain Iwanow 1855 ein Vorkommen von Eisenglimmerschiefer und Eisenglanz bergmännisch untersucht hatte.

Die drei prachtvollen Katarakten des Ssunastromes wurden auf dieser Fahrt besucht: der *Kiwatsch*, 21 Werst von *Kontscheserskoi;* der *Porporog* und der *Hirwas*, beide zwischen den Dörfern *Ussuna* und *Koikara*. Der *Kiwatsch* wird ziemlich oft besucht; der *Porporog* und der *Hirwas*, obgleich beide malerischer und grossartiger als der von Dershawin besungene Kiwatsch, sind gänzlich unbekannt. Ein geschickter Landschafter könnte hier Bilder malen, die den berühmten Blättern eines Ruysdael und Calame, wenigstens dem Stoffe nach, nicht nachstehen würden.

Ich war bei *Koikara* aus dem Gebiete der Diorite und Thonschiefer bereits in das der krystallinischen Schiefer eingetreten, und nahm meinen Rückweg nach Petrosawodsk über *Swätnawolok*, am *Paljo*see, und *Tiwdia*, um an letzterm Orte den bekannten Marmor kennen zu lernen, der hier gebrochen und verarbeitet wird. Es ist ein quarzreicher Dolomit, der offenbar der Formation der hier verbreiteten Thonschiefer und Quarzsandsteine angehört.

General Butenew verdankt man in Petrosawodsk die Errichtung eines Museums und einer Bibliothek für Bergfächer. Ich fand in demselben eine grosse Sammlung von Gesteinsarten aus dem Olonezer Bergrevier und andern Gegenden des Gouvernements. Herr v. Butenew hatte die Güte sie mir selbst zu erklären. Meine Aufmerksamkeit wurde besonders durch Eisenerze aus dem Kreise *Wytegra* gefesselt, auf denen die deutlichsten Abdrücke von Pflanzen der Kohlenperiode, Corallen dieser Periode und Muscheln zu sehen waren. Der Capitain Iwanow hatte diese Stücke bereits 1849 bei Schurfarbeiten gesammelt, die das Vorkommen dieser, vom Wytegraer Bürger Swiräkow aufgefundenen Erze aufklären sollten. Man hatte dieses Vorkommen seit der Zeit nicht weiter beachtet, es schien mir indessen wichtig genug, um es näher zu untersuchen, und ich begab mich daher mit den bereits genannten Officieren nach Wytegra.

Unterdessen war der Stabskapitain von Koschkull angekommen, um sich auch an unsern Arbeiten zu betheiligen, und ich beauftragte ihn mit der Untersuchung des Landstrichs, der zwischen dem *Logmo*see und *Kontsch*see einerseits und den Seen *Ssäm* und *Sodd* andrerseits liegt. Sein Bericht wird in meiner ausführlicheren Darstellung des Olonezer Reviers besonders abgedruckt werden.

*

Nach *Wytegra* reiste ich über *Wosnessenje*, am Westufer des Onegasees hin, und hatte so Gelegenheit die hier verbreitete Sandsteinbildung zu sehen, auf der sich von Ort zu Ort hohe Dioritkuppen erheben. Südlich von *Wosnessenje* traten wir in das Gebiet des Devonischen und östlich von *Wytegra* in den Bergkalk ein. Herrn Iwanow's Schürfungen bei *Nosrutschei*, *Nosrega* und *Klönowa* wurden besucht, der Kalkstein bei *Tudosero* und *Dewätiny* und der feuerfeste Thon der *Patrowa Gora* unweit Wytegra.

Ich kehrte auf demselben Wege nach Petrosawodsk zurück und begab mich im September nach St. Petersburg.

Im Juli desselben Jahres hatte ich eine dreitägige Fahrt auf dem Onegasee gemacht, in der Gesellschaft des damaligen Gouverneurs der Provinz, Wirkl. Staatsraths Valerian Murawjew, Bruder des Grafen Murawjew Amursky. Wir reisten auf einem englischen, Herrn Gromow gehörigen Dampfbote von 60 Pferdekraft, und berührten die *Andomskaïa Gora*, am Südostufer, und die Mündung des *Wodla*flusses am Ostufer des Onega. Eine Excursion zu Lande führte uns bis *Pudosh*. Dieses schön eingerichtete Dampfboot bugsirt grosse Holzflösse von der Mündung des Ssunaflusses bis zur Sägemühle *Lishma*, die an dem Westufer der Bucht gleiches Namens liegt. Hier werden die Balken zu Bohlen und Brettern zersägt, die man zum Theil in St. Petersburg, zum grösseren Theile aber nach England verkauft. Und — merkwürdig genug — ich sah in *Ssunskoi* und *Lishma*, also am Nordufer des Onega, Vorräthe von *Newcastler* Steinkohle, die einen englischen Dampfer in Bewegung setzen, der England aus diesem hohen Norden Holz zum Schiffbau sendet.

Im Jahre 1857 bereiste ich die gebirgige, malerische Halbinsel *Saoneshje*, welche vom Norden her weit in den Onegasee vorspringt, und mit einem spitzen Vorgebirge in der Nähe der Insel *Klimezkoi* endigt. Mein Begleiter auf dieser Reise war wieder der Lieutenant Obodowsky, der, auf meinen Wunsch, manche Punkte allein besuchte, und mir dann über ihre geologischen Verhältnisse Bericht erstattete. Wir begaben uns zuerst über *Ssunskoi* nach *Kondopoga*, fuhren dann zu Bote an *Kulmuksa* vorüber nach *Gorskoi*, von hier nach *Wögoruksa* oder *Bolschoi dwor*, untersuchten die Ufer der malerischen Bucht von *Wögoruska*, schifften darauf nach Süden, landeten bei heftigstem Sturme an dem gefährlichen Ufer beim Kloster *Klimezkoi*, nachdem wir die Inseln *Lölikow* gesehn, umschifften die spärlich bewohnte Insel *Klimezkoi* an ihrer Südspitze und am Ostufer, landeten an einer der Rennthierinseln (*Olenji ostrowa*), die aus Dolomit bestehn. Nachdem wir die fruchtbaren, dichtbewohnten Thonschieferinseln der *Kishgruppe* besucht, segelten wir nach *Welikaja Guba*. Von hieraus ritt Obodowsky nach *Wögoruksa*, während ich *Jandomoserskoi* sah. Dann segelte ich an der Küste bis *Kusaranda*, Obodowsky aber zog quer durchs Land über die *Jakorberge* und *Welikaja Niwa* an denselben Ort. Von Kusaranda reisten wir zusammen zu Wasser nach *Tolwuja*, besuchten das Kloster *Paliostrowskoi* und andere Punkte, ritten sodann an den *Putkosee*, an dessen Südende das Dorf *Foimaguba* liegt. Nachdem wir die durch alten Bergbau einst so interessante Umgegend untersucht hatten, segelten wir an das Nordende des Sees nach dem grossen Dorfe *Schunskoi* oder *Schunga*. Obodowsky begab

sich von hier zu Wasser nach *Powenez*, und kehrte zu Lande nach Schunga zurück, worauf wir zusammen, um das Vorgebirge *Asheb* herum nach dem Dorfe *Kashma* segelten. Es liegt an der Einfahrt in die 40 Werst lange, schmale Onegabucht, die *Swätucha* heisst. Diese malerische Bucht ward bis an ihre Südspitze untersucht, und dann der *Kosmosee* seiner ganzen Länge nach befahren, bis zurück nach *Kashma*. Bald darauf untersuchte Obodowsky die Ufer des *Ladmo*sees und ging noch südlich von diesem See bis zu dem Dorfe *Tscherkassy*. Als wir dann die *Nigseen* erreichten, sahen wir die hohen Berge von *Dejanowa* wieder, die wir von *Kashma* aus erstiegen hatten, und befuhren zu Bote das Westufer der Bucht von *Unizy* bis zu der Insel *Kolg*, und kehrten längs dem schönen malerischen Ostufer nach *Unizy* zurück. Von Unizy begaben wir uns auf die Poststrasse hinaus; wir erreichten sie unweit der Station *Käppeselga*, besuchten von hieraus *Perguba* und die vielen, alten Gruben und Schürfe in dessen Umgebung.

Den Rückweg nach Petrosawodsk nahmen wir dann auf der Poststrasse über Lishma, dessen Umgebungen noch besonders untersucht wurden.

Petrosawodsk liegt auf einer nicht unbedeutenden Höhe, aber in südwestlicher Richtung von ihm steigt der Boden noch sehr ansehnlich an. Obgleich diese Höhen alle angeblich aus diluvialem Schuttboden bestehen sollten, so lag die Vermuthung doch nahe, dass sie einen erreichbaren felsigen Untergrund haben.

Ich begab mich deshalb nach dem Dorfe *Lossossinskaia*, am See gleiches Namens, und entdeckte, nach der Angabe eines alten Bauers, drei Werst westlich von dem Dorfe, schöne Entblössungen eines himbeerfarbigen Sandsteins, ganz ähnlich dem von *Schokscha*. Als ich sodann über das Dorf *Maschoserskoi* nach *Petrosawodsk* zurückfuhr, sah ich ähnlichen Sandstein auf den Höhen zu Tage gehn, die zwischen *Maschoserskoi* und *Petrosawodsk* einen so weiten Horizont überblicken lassen. Der felsige Untergrund jener Diluvialmassen war also aufgefunden, und ich konnte mit Sicherheit annehmen, dass der Quarzsandstein sich südlich und südwestlich und südöstlich von *Lossossinskaia* auch werde finden lassen.

Dies bestätigte sich später vollkommen.

Während des Sommers hatte Herr Iwanow, unterstützt vom Lieutenant Dmitriew, die Gegend von *Wytegra* nochmals auf Eisenerze untersucht; namentlich die Punkte *Klönowa*, *Jefremowtschina*, *Chwoschtschewiki*, *Brudrutschei* und *Kaporga*. Dmitriew hatte einige Punkte am Andomaflusse durchschürft.

Alle diese Arbeiten bestätigten die Ueberzeugung, die ich bereits 1856 von diesen Orten mitgenommen, dass hier ein ungeheurer Vorrath von brauchbaren Eisenerzen sich befindet, ein Vorrath, der Petrosawodsk oder andern Hütten einst zu gut kommen wird. Nachdem ich diese merkwürdigen und wichtigen Punkte, mit Ausnahme der von Dmitriew besuchten, besichtigt hatte, reiste ich von *Wytegra* auf der grossen Poststrasse nach St. Petersburg zurück, und fand 7 Werst NO von der Station *Juksowa* den himbeerfarbigen Quarzsandstein wiederum in grossen Felsplatten anstehn; ein neuer Beweis für seine grosse Verbreitung.

Schon die Reise im Jahre 1856 hatte mir die grossen Mängel der Karten des Olonezer Gouvernements gezeigt. So bemerkte ich z. B. auf einer direkten Fahrt von der Mündung der *Wodla* nach *Petrosawodsk*, dass auf der Specialkarte von Russland, die in einem Maassstabe von 10 Werst im engl. Zoll entworfen ist, das *Klimezsche* Kloster, an der Südspitze der Insel *Klimezkoi*, mindestens um 10 Werst, also auf der Karte um einen ganzen Zoll zu weit nach Süden gesetzt war. Auf eben dieser Karte war neben der Insel *Lölikow* eine fast eben so lange, namenlose, gezeichnet, die ich aber bei der Umschiffung der Halbinsel *Saoneshje* gar nicht fand, weil sie nicht existirt, trotz der Länge von 10 Werst, welche die Karte ihr giebt. In der Bucht von *Powenez* fehlen dagegen auf dieser Karte mehrere Inseln, von denen eine fünf Werst lang ist. Man hatte für mich in dem Bergamte zu Petrosawodsk eine Karte des Reviers zeichnen lassen. Um von ihrem Werthe einen Begriff zu geben, genüge es zu sagen, dass die in der Wirklichkeit 40 Werst lange *Swätuchabucht*, auf dieser Karte nur eine Ausdehnung von etwa 10 Werst hat. Die Contouren auf derselben sind ausserordentlich unrichtig, oft ganz verzerrt.

Um meiner geologischen Karte eine genügendere Grundlage zu geben, erbat ich mir von dem Akademiker Otto Struve die vom Oberst Lemm im Olonezschen Gouvernement astronomisch bestimmten und damals bereits berechneten 43 Punkte. Die früheren Karten hatten nur 3 bis 4 solcher Punkte, konnten also nicht richtig orientirt sein. Es ward nun auf meine Bitte im Kaiserlichen Generalstabe ein neues Netz projektirt, und in dasselbe auch alle Berichtigungen eingetragen, die ich von Andern erhalten konnte oder selbst gemacht hatte, so weit dies durch Peilungen möglich ist. Die neue Karte ist auch in dem Maassstabe von 10 Werst im Zoll und besteht aus 4 grossen Blättern.

Der Sommer 1858 führte mich in den nördlichen Theil des Olonezer Gouvernements. Dieses Mal reiste ich von St. Petersburg aus zu Wasser auf Dampfböten nach Petrosawodsk, im Gefolge des Oberdirigirenden der Wegecommunication und der öffentlichen Bauten, General Tschewkin, welcher diese Wasserstrasse mit grösster Sorgfalt untersuchte, da bald darauf Seine Majestät der Kaiser, von Seiner Reise nach *Wologda* und *Archangelsk* zurückkehrend, von *Wytegra* ab zu Wasser, über Petrosawodsk, dann den Swir hinab in den Ladogasee, nach dem Kloster *Walaam* und bis in die Residenz befördert werden sollte. Die Probefahrten erwiesen sich als unumgänglich nothwendig.

Wir fuhren am 16ten Juni von *St. Petersburg* ab, und erreichten spät Abends die malerische Felseninsel *Walamo* (Russich Валаамъ), die 25 Werst vom nördlichen Ufer des Ladogasees liegt, nachdem wir ein Paar Stunden auf der Klosterinsel *Konewez*, in der Nähe des Westufers, zugebracht hatten.

Das stattliche, reiche, malerische Kloster *Walaam* liegt auf dem hohen Felsenufer einer schmalen, aber tiefen Bucht, welche vom Nordufer der Insel in südlicher Richtung in sie einschneidet: ein schöner skandinavischer Fiord, den die letzten Strahlen der späten Junisonne bei wolkenlosem Himmel und absoluter Windstille beleuchteten. Ich kann diese Landschaft nur mit den schönen Gegenden an der Donau oberhalb *Wien*, mit Kloster

Mölk und *Kremsmünster* vergleichen, und ich war nicht der Einzige in der Gesellschaft, dem sich dieser Vergleich aufdrängte. Der steile, nach Südwest gerichtete Felsabhang, auf dessen Höhe das gastliche Kloster liegt, ist in einen schönen Park verwandelt, in welchem man mit Ueberraschung grosse kräftig wachsende Eichen, Linden und Ahornbäume sieht. Der steile hohe Abhang schützt sie vor den verderblichen Nord- und Ostwinden. Und eben diese schützende und überdies der Sonne zugewendete Felsenmauer, hat es möglich gemacht, den an ihrem Fusse ausgebreiteten Ufersaum mit Apfelbäumen und Kirschbäumen zu bepflanzen, die so reichliche und so gute Früchte tragen, dass die stillen Bewohner der Zellen sie den ganzen Herbst und Winter durch als Nachtisch geniessen.

Die Umgebungen des Klosters sind sehr pittoresk, und parkartig sehr wohl unterhalten durch die Sorgfalt und den richtigen Sinn des jetzigen Priors. Und wie wenig Menschen wissen, dass, man möchte sagen, vor den Thoren St. Peterburgs, so reiche, liebliche Naturbilder existiren. Man kann *Walaam* von St. Petersburg in zwei Tagen auf Dampfböten erreichen.

Von Walaam fuhren wir nach *Sermaksa*, sodann den Swirstrom hinauf nach *Wosnessenje*, dann nach *Tschornije Peski* an die Mündung des Wytegraflusses, und von hier nach Petrosawodsk.

Die Fahrt auf dem Swir, dessen Wasserstand damals sehr niedrig war, hatte gezeigt, dass man den hohen Reisenden nicht auf dem grossen, 125 Fuss langen Dampfbote *Ilmen* dürfe die Rückreise machen lassen; wir waren mit diesem schönen Fahrzeuge bei der Hinreise nach *Wosnessenje* in den Stromschnellen zweimal auf Steine gestossen. Es wurde daher die Fahrt flussabwärts auf kleinen Schraubenböten gemacht, welche der Gesellschaft der Nordischen Dampfschifffahrt gehörten. Peter der Grosse war der erste Russische Monarch, der, ebenfalls von Archangel kommend den Onega, Swir und Ladoga beschiffte. Nach anderthalb Jahrhunderten ist ihm Alexander der Zweite auf diesem Wege gefolgt.

Seine Majestät verweilten zwei Tage in Petrosawodsk. Am zweiten Tage, den 26ten Juni, besuchte der Kaiser den Gesundbrunnen (Марціальныя Воды), der 9 Werst von *Kontscheserskoi* liegt, und an welchem Peter der Erste zwei Mal, und zwar zur Winterszeit, Heilung gesucht hatte.

Von dem hölzernen Palaste und den andern Gebäuden ist kaum noch eine Spur vorhanden, die Kirche aber ist wohlerhalten und wird noch besucht.

Vom Gesundbrunnen begab sich der Kaiser an den *Kiwatsch*. Aber wie hatte sich die Scene an dem Wasserfall verändert! Als ich ihn 1856 besuchte, war seine Umgebung eine absolute Wildniss und ein einsamer Wächter am hier angelegten Flössgraben ihr einziger Bewohner. Und jetzt stand auf zackigen Felsspitzen, dicht vor dem Wasserfalle, ein geschmackvoller, grosser, heiterer Pavillon, zu dem vom eleganten Landungsplatze eine hohe Freitreppe hinanführte. Hier, im Angesichte des tobenden, schäumenden Wassersturzes, ward das kaiserliche Mittagsmahl eingenommen.

Der *Kiwatsch* war jetzt bei weitem nicht so wasserreich als 1856, und als ich ihn im August 1858 zum dritten Mal besuchte, war das Wasser der *Ssuna* so niedrig, dass der unter den hiesigen Dioriten liegende Thonschiefer entblösst war. Es vergehen oft viele Jahre, dass man diesen Thonschiefer nicht sieht.

In den letzten Tagen des Juni besuchte ich noch mehrere Punkte der Umgebungen von Petrosawodsk und die Sägemühle *Bessowez* an dem *Schuja*flusse, und reiste dann mit den Officieren Obodowsky und Poläkow zuerst nach *Lishma*, um hier ein Vorkommen von Kupfererz zu untersuchen, von welchem uns ein Bauer 1857 Anzeige gemacht hatte. Er wollte unter der Wurzel eines vom Sturme gefällten Tannenbaumes grosse Stücke von Kupferkies gefunden haben, die er auch vorwies. Eine vorläufige Schürfung durch Obodowsky bestätigte die Richtigkeit der Angabe. Als ich nun die, etwa 3 Werst nördlich von Lishma befindliche Stelle, jetzt nochmals untersuchte, fand sich im Diluvio ein völlig abgerundeter, erratischer Block von Kupfergrün, 4 Pud an Gewicht (160 Pfund). Er zerfiel beim Aufheben in zwei fast gleiche Theile, von denen einer in dem Museum des Bergininstituts zu St. Petersburg aufbewahrt wird.

Es wäre allerdings wichtig die ursprüngliche Lagerstätte dieses Erraten aufzufinden; der Gang dem er einst angehörte, kann nicht unbedeutend sein.

Zur Ergänzung der Beobachtungen von 1857 befuhren wir die *Lishmabucht;* Obodowsky untersuchte die Gegend von Lishma über *Tawoi Gora* bis zum Ostufer des *Sandal*see's, um auf diesem Querprofil die Verbreitung des Thonschiefers näher zu bestimmen, welcher bis Lishma selbst ansteht und am Sandal wieder erscheint. Dann aber reisten wir über *Perguba* und *Powenez* nach dem Dorfe *Tscholmusha*, am Ostufer der Powenezer Bucht.

In Perguba liess ich Herrn Poläkow zurück, mit dem Auftrage die alte Kupfergrube *Woronow Bor* mittelst Schürfungen näher zu untersuchen. Mir war darum zu thun, das Gutachten des Grafen Harrsch, der die Grube todtgesprochen hatte, zu prüfen. Ich wünschte wenigstens über die Gestalt und Ausdehnung der Erzlagerstätte Aufschluss zu erhalten, was denn auch durch Poläkows Arbeit möglich wurde. Ein Graben ,den er westlich von der grossen Pinge quer über das Streichen der Gesteine hatte schlagen lassen, erklärte alles. Es ist ein Lager von Quarzsandstein, aus dicken Bänken bestehend, die mit 20^0 *hora* 5 NO fallen. Das Lager ist von Kupferkies und Kupfergrün durchdrungen, am reichsten ist die unterste Schicht. Im Liegenden grenzt dieser Quarzsandstein an einen Chloritschiefer, und dieser ruht auf grauem Quarzsandstein, welcher kein Erz enthält. Man hat hier am offenen Tage gebaut; diess bezeugt eine $31\frac{1}{2}$ Sashen lange und 13 Sashen breite, ziemlich tiefe Pinge, welche jetzt bis an die halbe Höhe mit Wasser angefüllt ist. Ein am südlichen Ende der Pinge abgeteufter, ganz mit Wasser angefüllter Schacht, dessen der Graf Harrsch erwähnt, scheint mir die Bestimmung gehabt zu haben, die Sohle des Flötzes zu erreichen. Sein Dach besteht aus Epidotgestein.

Nach der Grösse der Pinge und mehrerer anderer Tagebaue, so auch der Halden, zu urtheilen, scheint hier ein sehr ernstlicher Betrieb stattgefunden zu haben.

Graf Harrsch war ein bekannter Bergmann und Reisender des 18ten Jahrhunderts, Oesterreicher von Geburt und in Kaiserlich Oesterreichischem Dienste als Director der Salinen bei *Gmunden.* Er ward 1787 durch den Fürsten Potemkin eingeladen in Russischen Dienst zu treten und das Olonezer Bergrevier bergmännisch zu untersuchen. Als vor einigen Jahren der Bergingenieur Capitain Beck, auf meine Bitte, frühere Nachrichten über den Olonezer Bergbau sammelte, gab man ihm aus dem dortigen Archiv, des Grafen Harrsch eigenhändige, in deutscher Sprache abgefasste Berichte über seine Untersuchungen. Sie sind alle vom Jahre 1787, zum Theil an die Berg-Expedition der Petrosawodskischen Statthalterschaft, zum Theil an den damaligen Generalgouverneur, Generallieutenant Tutolmin, gerichtet, und geben eine deutliche Vorstellung von dem damaligen Zustande des Olonezer Bergbaues, daher ich sie im Drucke bekannt zu machen gedenke.

Im ersten dieser Berichte, vom 24sten Juli 1787, spricht Graf Harrsch die Gruben *Woronow Bor*, *Nertnawolok* und *Bolschaja Jama*, alle drei in der Gegend von *Perguba*, für immer todt, weil wie er sagt: «der Trappstein in denen hiesigen Gebürgen allen Flözen in die Quere fällt, und sie ganz abschneidet, mithin können die Gänge sich weder ausdehnen noch in die Tiefe setzen, wegen der inzwischen fallenden Trapp-Blättern» und weil alle drei Flöze mit morastigen Gegenden umgeben, welches bei No. 1, 2 und 3 die Wasserhebung unnütz und beschwerlich macht.

Was nun den ersten dieser Gründe anbelangt, so möchte ich, wenigstens in Bezug auf *Woronow Bor*, dem Grafen Harrsch nicht unbedingt beistimmen. Das Erz kommt hier, wie ich mich überzeugte, auf einem sehr mächtigen Lager von Quarzsandstein vor, und da ein solches Lager sich nicht bald auszukeilen pflegt, so wäre es, glaube ich, doch der Mühe werth, es in der Richtung des Fallens und Streichens noch näher zu untersuchen; die Halden zeigen, dass der Sandstein zuweilen sehr reich an Kupferkies war. Wassernöthig sind alle Gruben des Olonezer Reviers, aber zur Zeit des Grafen Harrsch bediente man sich noch sehr unvollkommener Vorrichtungen zur Gewältigung des Wassers. Heut zu Tage würden Dampfmaschinen dazu mit Erfolg angewendet werden.

Die ganze Gegend von *Perguba* gehört schon den im nördlichen Theile des Olonezer Gouvernements herrschenden krystallinischen Schiefergesteinen an, unter denen ein Epidothaltiges sehr gewöhnlich ist. Diese Schiefer, von einzelnen Granitkuppen, noch seltener aber von Dioritkuppen unterbrochen, streichen von den Umgebungen *Perguba's* nach Norden zum *Segsee* hin. Im Osten aber sind sie von einer grossen Granitregion begrenzt, welche wir auf der Fahrt von *Perguba* nach *Tscholmusha* und auf einer Excursion von *Powenez* nach dem See *Wyg* kennen lernten. Wir nahmen den Weg von *Powenez* nach *Tscholmusha* über das Dorf *Habselga*, wo ein schöner Schriftgranit ansteht, über welchen ein Flüsschen in schäumenden Cascaden stürzt: ferner über *Lobskaja* und *Pigmatka;* hier schifften wir uns ein und erreichten *Tscholmusha* zu Bote.

An dem nördlichen Ende der Bucht von *Powenez*, das wir auf dieser Fahrt kennen lernten, sieht man nur bei *Perguba* und in dessen Umgegend anstehenden Fels am Ufer.

Ungeheure Anhäufungen von Sand ziehen sich vom Ufer landeinwärts, dann und wann sieht man grosse Åsars von Granit- und Gneissblöcken. *Lobskaja* und *Habselga* stehn beide auf dergleichen Åsars. Sobald man aber weiter vom Ufer landeinwärts geht, sieht man unter den gewaltigen Sanddünen Granitkuppen hervorstossen. Dies war der Fall als wir von *Powenez* nach dem *Wygsee* reisten, und auch als wir später von *Lumbuscha* aus den *Segsee* besuchten.

Am 14ten Juli schlugen wir den Weg nach dem *Wygsee* ein. Es war derselbe, welchen im Frühling die Wallfahrer zu nehmen pflegen, die von St. Petersburg oder von Wytegra aus nach dem *Solowezkischen* Kloster im Weissen Meere pilgern. Zuerst fuhren wir von Powenez 9 Werst auf Räderfuhrwerk, weil der Fluss *Powentschanka*, wegen vieler Stromschnellen, auf dieser Strecke im Bote nicht befahren werden kann. Dann schifften wir uns ein, und ruderten durch die sogenannten schmalen Seen bis an den *Masselgaschen* Landungsplatz. Von hier mussten wir fünf Werst zu Fusse gehn, bis zu dem Dorfe *Masselga*. Am folgenden Tage fuhren wir von hier zu Bote über den *Matko*see, gingen dann wieder zwei Werst zu Fusse bis zu dem Dorfe *Telekina*, und von hier reisten wir den *Telekafluss* 45 Werst abwärts bis zu seiner Mündung in den *Wyg*see.

Es war meine Absicht gewesen bis zu dem alten Goldbergwerke zu *Woizk* zu gelangen, aber ein starkes Regenwetter, das anhalten zu wollen schien, veranlasste mich umzukehren, da ich keine Zeit zu verlieren hatte. Auch waren die Woizker Verhältnisse bereits bekannt. Nachdem wir in der elenden, von Schmutz strotzenden, halbdunkeln Holzhütte übernachtet hatten, in welcher auch schon Tausende von Pilgern vor uns gelitten haben mochten, zogen wir auf demselben Wege nach *Powenez* zurück, weil es weder einen Landweg noch einen Wasserweg von der Mündung der *Teleka* nach dem *Seg*see giebt. Die Gegend zwischen beiden Seen ist eine absolute Wüste, wie so viele andere in diesem hohen, unwirthbaren Norden. Wir hatten auf der ganzen Strecke von Powenez bis an den See *Wyg* nur Granit gesehn: er geht aber nur spärlich zu Tage, namentlich 7 Werst von Powenez; dann an dem ersten Landungsplatze auf den Inseln des *Wol*see's; auch in der Gegend von *Telekina*.

Auf der Wasserscheide, nämlich auf dem höchsten Punkte unsers Weges, zwischen den Seen *Matko* und *Wol*, fanden wir keinen anstehenden Fels, sondern Diluvium. Aus dem *Matko*see fliesst die *Powentschanka* dem Onegasee zu, aus dem *Wol*see die *Teleka* durch den *Wyg*see und den *Wyg*fluss ins Weisse Meer.

Nach kurzem Aufenthalte in *Powenez* und Perguba, reiste ich mit den Herren Obodowsky und Poläkow nach dem *Seg*see. Eine ziemlich gute Fahrstrasse führte uns dorthin über die Sägemühle *Lumbuscha* und die Dörfer *Tschobina* und *Ostretschje*, nach dem grossen Dorfe *Padanskaja Masselga*, wie es zum Unterschiede von dem vorhin erwähnten *Masselga* am *Matko*see genannt wird.

Masselga liegt an einer schmalen Bucht des *Seg*sees, die nach Süd einschneidet. Von ihrem Südende zieht sich ein niedriger Morast 902 Sashen bis zu dem kleinen *Legwa*see;

aus diesem fliesst der Bach gleiches Namens in den See *Ostèr*, aus diesem aber der Bach *Ostèr* in den *Kumssa*fluss, welcher sich in den *Onega*see ergiesst. Da nun der *Seg*see durch den *Segösha*fluss mit dem *Wyg*see zusammenhängt, und aus diesem der *Wyg*fluss ins Weisse Meer fiesst, so hätte man, um eine faktische Wasserverbindung zwischen dem Weissen Meere und dem Onega, also zwischen Archangel und St. Petersburg, herzustellen, nur nöthig, jenen 902 Sashen langen Morast mit einem Kanal zu durchstechen, was äusserst leicht und wohlfeil auszuführen wäre. Es ist dieser Durchstich auch schon öfters in Anregung gebracht worden. Allein seine Ausführung für sich allein wäre ganz nutzlos, denn man hätte dann ausserdem noch den *Legwa*bach, den *Ostèr*bach, die ganze *Kumssa* schiffbar zu machen, da sie es jetzt nicht sind; man hätte an der *Kumssa* Schleusen zu bauen, auch auf der ganzen Strecke Vorrathsteiche anzulegen. Eine complicirte, grossartige, kostspielige Arbeit müsste hier unter den schwierigsten Umständen gemacht werden, um endlich eine schwer erzwungene Wasserstrasse zu haben, die man höchstens 4 Monate im Jahre zu einem Handel benutzen könnte, der bei weitem nicht gross und einträglich genug ist, um solche Opfer und Anstrengungen zu verdienen.

Ein Hauptgegenstand des Handels zwischen Archangel und St. Petersburg ist der Stockfisch; er wird im Winter zu Schlitten von Archangel nach Powenez geführt; hier verladen ihn seine Eigenthümer in eigene oder gemiethete Böte und bringen ihn so nach der Residenz, wo er bekanntlich in ungeheuren Mengen, namentlich in der Fastenzeit, consumirt wird. Dieser Transithandel, so wie andere Waaren, die den nämlichen Weg nehmen, werden also fürs Erste bei ihm bleiben müssen.

Ich hatte, auf den Wunsch des Oberdirigirenden der Wege- und Wassercommunication, die Oertlichkeit bei *Masselga* in Bezug auf die Kanalverbindung recognoscirt, und dem General Tschewkin eine kleine geologische Skizze der Gegend mit erläuterndem Texte überschickt. Der Officier von der Wegecommunication Lebedew, ward noch in demselben Jahre nach *Masselga* beordert, um diesen Gegenstand an Ort und Stelle genauer zu prüfen.

Die ganze Umgebung von *Masselga* ist felsig, so auch das Südufer des *Seg*see's, an welchem wir über das Dorf *Jewgary* nach dem, am Westufer belegenen Dorfe *Padanskoi* ritten. Nachdem wir dessen malerische, freundliche Umgebungen untersucht hatten, begaben wir uns über *Sselezkoi* nach *Jangoserskoi*, beide an den Seen gleiches Namens belegen.

Ueberall traten dieselben Gesteine auf, Talkschiefer, Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Epidotgestein, Quarzsandstein und isolirte Berge von Granit und Diorit.

Unweit *Jangoserskoi*, am Ostufer des kleinen *Hulga*see's hatte der Capitain Iwanow 1855 auf Magneteisenstein geschürft, der in einem aus Hornblende, Feldspath, Strahlstein, Eisenkies und Pistazit zusammengesetzten Gestein vorkommt, aber nicht bauwürdig ist. Nachdem Obodowsky die Ufer und Inseln des *Jango*sees untersucht hatte, ritten wir über *Ssoldoserskoi*, wo einst eine Eisenhütte gestanden hatte, und über *Ssemtscheserskoi* nach *Swätnawolok* am *Paljö*see, wo wir einen uns bereits bekannten Boden betraten. Und dennoch fanden wir bei diesem wiederholten Besuche bei *Swätnawolok* ein sehr seltenes, merk-

*

würdiges Gestein, nämlich eine Granitbreccie. Sie besteht aus eckigen, bis $1\frac{1}{2}$ Fuss langen Bruchstücken eines weisslichen, feinkörnigen Granits, welche von einem dunkelgrauen Granit noch feinern Kornes umschlossen sind. Diese alte Breccie bildet den Scheitel und den grössten Theil der Abhänge des Bergzuges, auf welchem die zwei Dörfer *Swätnawolok* stehen.

Da ich in den vorhergehenden Jahren die Ufer des grossen *Sandal*see's nur sehr unvollständig hatte untersuchen können, so bot sich nun die Gelegenheit dar, diese Lücke auszufüllen.

Nachdem ich Herrn Obodowsky beauftragt hatte von *Swätnawolok* über *Korbosero* nach *Lindoserskoi* zu gehen, und von hier die Gegend bis zum *Munosee* zu untersuchen, ging ich mit Poläkow zuerst nach *Tiwdia*, besuchte von hier aus den alten Marmorbruch bei dem Dorfe *Lishmoserskoi*, das auf einer Insel des Lishmosee's liegt, und einen kleineren Marmorbruch am Nordende des Lishmosees. Man hat hier einen ganz ähnlichen Dolomit gebrochen, wie der von Tiwdia.

Die Marmorschleiferei zu *Tiwdia*, die eines gewissen Rufes geniesst, ist seit einigen Jahren fast in gänzlichen Stillstand und Verfall gerathen. Der hiesige Marmor ist weder schön noch dauerhaft, sein Transport bis St. Petersburg oder andere Orte nicht ganz leicht, daher auch nicht wohlfeil. Aus der Werkstätte, oder aus dem Steinbruche bei Tiwdia, kann er zu Wasser bis an das Südende des Sandalsee's geschafft werden. Hier aber muss er ausgeladen und zu Lande 4 Werst weit nach *Kondopoga* gebracht werden, um ihn aufs Neue in Schiffe zu verladen und nun über den stürmischen Onegasee und den reissenden *Swir* in den Kanal zu schaffen. Da überdies die Bestellungen immer seltener und unbedeutender wurden, und da man dennoch eine grosse Anzahl von Arbeitern, ein Paar Beamten, Wohnungen und Fabrikgebäude, einen Damm u. s. w. zu unterhalten hatte, so wurde die ganze Anstalt eine Last, welche Ausgaben verursachte, ohne irgend einen Gewinn zu bringen.

Von *Tiwdia* begaben wir uns zuerst nach dem Dörfchen *Jerschi*, das am Ostufer des *Sandal* liegt. Die Excursionen, welche Poläkow und ich von hieraus unternahmen, zeigten uns bald, dass der Thonschiefer, den wir schon 1856 am Südende des Sandal gesehen hatten, sich von hier, wahrscheinlich ohne Unterbrechung an dem Ostufer bis *Jerschi* und noch weiter nach Norden zieht, denn zwischen *Tiwdia* und *Lishmosero* traf ich Thonschiefer und Kalkthonschiefer an.

Darauf besuchten wir die Insel *Lytschnoi*, die *Jerschi* gegenüber liegt. Diese Insel und das Ufer bei *Jerschi* gehören zu den pittoreskesten Oertlichkeiten des ganzen Olonezer Reviers. Es sind äusserst freundliche, anmuthige Orte, und *Lytschnoi* gewährt ausserdem so viel Geologisch-Interessantes, dass ich eine besondere Aufnahme der Insel ausführte, deren Resultat ein Kärtchen ist, das ich in meiner ausführlichen Arbeit mittheilen werde.

Ueber das Dorf *Sopocha* begaben wir uns sodann nochmals an den *Kiwatsch*, und end-

lich nach Petrosawosdk, wo auch Obodowsky bald eintraf. Er hatte unterdessen jene, oben bezeichnete Gegend untersucht und zwischen *Swätnawolok* und *Lindosero* ganz dieselben Gesteine gefunden, wie bei *Jangosero* und am *Seg*see: krystallinische Schiefer, Thonschiefer, Granit, Gneis. Von *Lindosero* ritt er nach *Fomin Nawolok* über Granithügel und Diluvialmassen, dann an das westliche Ufer des *Päl*see's, meist an Granit und Glimmerschiefer vorüber. Bei *Munosero* hatte er endlich einen schon bekannten Boden erreicht, denn dieser Ort gehört schon ganz der *Diorit-Thonschieferformation* an.

Die Veranlassung zu Obodowsky's Excursion gaben, wenigstens zum Theil, mehrere scharfgezeichnete, hohe Bergspitzen, welche ich von der Höhe bei *Swätnawolok* in der Gegend nach *Lindosero*, am Horizonte gesehen hatte. Sie erschienen, durch das Fernrohr betrachtet, zackig und hoch. Ich vermuthete ein anderes Gestein, als die bisher beobachteten, und wollte Gewissheit darüber haben, war aber überrascht zu hören, dass diese, 3 Werst von *Lindosero* befindlichen, drei hohen Berge, *Warameggi* genannt, nur aus Sand mit Granitblöcken bestehen, folglich dem Diluvium angehören. Die *mirage*, die auch in nördlichen Gegenden unter den bekannten Bedingungen sehr stark ist, liess diese Berge aus der Entfernung höher, auch anders gestaltet erscheinen, als sie in der Wirklichkeit sind; eine Täuschung, welche wir auf dem Onega und andern Seen oft erfahren haben. Bei der Reise auf der Halbinsel *Saoneshje*, sah ich einst durch das Fernrohr in der *Powenezer* Bucht eine hohe, senkrechte, von zwei dunkeln, engen Schluchten durchschnittene Wand, die, ihrer gelben Farbe nach, aus Sand zu bestehen schien; ich erwartete ein mächtig abgelagertes Diluvium zu sehen. Als ich mich aber dieser Insel näherte, schwand ihre Höhe mehr und mehr, die scheinbar senkrechte Wand verwandelte sich in einen nicht sehr steilen Abhang und die Schluchten in zwei Bäume, die nahe am Ufer standen.

An den Ufern der Seen sind die erratischen Blöcke und kleinen Felsspitzen oft vom Guano der Möwen weiss gefärbt. Man sieht sie daher Meilen weit, und sie erscheinen oft riesengross; hat man sie aber endlich erreicht, so erstaunt man, dass sie zu Blöcken unbedeutender Grösse zusammenschrumpfen.

Nach einem kurzen Aufenthalte in Petrosawodsk besuchte ich nochmals den Steinbruch bei *Schokscha* und zwar aus besonderer Veranlassung. Bekanntlich ist der rothe Quarzsandstein von *Schokscha* zusammen mit *Wiburger*- und *Sordawaller*-Granit und mit italienischem Marmor, zum Denkmal des in Gott ruhenden Kaisers Nikolai I verwendet worden. Der Stein von *Schokscha* machte aber bei dieser Arbeit viel Sorgen und Kosten. Es platzten nämlich in St. Petersburg mehr als 20 Blöcke dieses Steins beim Bearbeiten, ohne dass man vorher an ihnen auch nur Spuren von feinen Rissen bemerkt hätte. Der General Tschewkin hatte mich in Folge dessen aufgefordert, dem Grund dieser sonderbaren Erscheinung an Ort und Stelle nachzuspüren. Ich überzeugte mich bald, dass dieser Quarzsandstein überhaupt die Neigung hat in parallelopipede Blöcke zu zerspringen; wenn diese Eigenschaft fast allen Schichten desselben in *Schokscha* auch innewohnt, so giebt es einige, an denen sie nicht zu bemerken ist, oder doch in weit geringerem Grade. Der

Sandstein, der auch auf frischen Bruchflächen glänzend und fast wie gefrittet ist, besitzt zwar eine grosse Härte, aber auch eine gewisse Sprödigkeit. Wenn nun ein Block solchen Gesteins, beim Bearbeiten, viele Tausende, rasch aufeinanderfolgende Hammerschläge erfährt, und oft von zwei Hämmern und an zwei entgegengesetzten Enden zu gleicher Zeit, wodurch offenbar Oscillationen in zwei verschiedenen Richtungen entstehen müssen, so wird er, wenn er aus einer Schicht herrührt, die ohnehin zur Zerklüftung geneigt ist, der Erschütterung nicht widerstehen können, sondern wird platzen.

Ich erwähnte bereits oben, dass ich im Jahre 1857, auf der Rückreise von *Wytegra* nach *St. Petersburg*, den rothen Quarzsandstein noch bei der Station *Juksowa*, südlich vom Swirstrome, und südwestlich von Petrosawodsk, bei dem Dorfe *Lossossinskaia*, aufgefunden hatte. Ich wünschte nun zu wissen ob dieses Gestein, wie zu vermuthen war, den ganzen Raum zwischen *Lossossinskaia* und *Juksowa*, also die Gegend einnähme, welche von der *Ladwa* und *Iwina* und deren Nebenflüssen durchströmt wird.

Wir begaben uns zuerst nach dem Dorfe *Ladwa* oder *Ladwinskoi*. Um dahin zu gelangen, fährt man auf der Strasse nach *Wosnessenje* bis zu der Station *Pedaselga*. Hier biegt ein Weg nach Südwest ab. Als wir diesen Weg 6 Werst verfolgt und die Diorithöhen überschritten hatten, die westlich von Pedaselga liegen, fanden wir den Sandstein wieder; auch sahen wir ihn bei *Ladwinskoi*, und bei *Tarshopolj*, 15 Werst WNW von *Ladwinskoi*, später an der *Minduksa* und *Willuksa*, wo er gebrochen wird, und an dem *Iwina*flusse, da, wo er, 10 Werst unterhalb *Ladwinskoi*, Stromschnellen verursacht. Endlich fanden wir ihn noch in der Nähe des rechten Ufers des *Swir*, 5 Werst unterhalb der *Iwina*, wo auf ihm auch Steinbruchsarbeit getrieben wird. Diese Excursion lehrte uns auch die beiden südlichsten und wahrscheinlich äussersten Kuppen des Olonezer Diorits kennen, welche auch schon auf der geologischen Karte des Oberst Komarow angegeben sind. Die eine liegt 3 Werst SW von *Ostretschina*, am rechten Ufer des *Swir*, die andere am linken Ufer, der Mündung des Iwinaflusses gerade gegenüber, und in der Nähe der alten Brunnen, deren äusserst schwache Salzsoole man früher versotten hat. Einer dieser Brunnen, den wir besuchten, war noch ziemlich wohl erhalten.

Nachdem wir die Ufer des *Swir* noch bis 17 Werst flussaufwärts von der Iwinamündung untersucht hatten, fuhren wir zu Bote flussabwärts und traten in die Devonische Formation ein, die hier nördlich vom Swir noch weit ins Land hineinsetzt.

Meine Gefährten begleiteten mich bis an die Eisenhütte des Herrn Moskwin, die an dem Flusse *Ussulka* liegt, und kehrten nach Petrosawodsk, und ich nach St. Petersburg zurück.

Diese Flussfahrt zeigte, dass die Kalksteine unsers Devonischen Systems hier gar nicht existiren, und dass die Altersbestimmung der als Devonisch bezeichneten Sandsteine und Thone lediglich auf mineralogischen Kennzeichen beruht, denn es wollte keinem von uns gelingen auch nur eine einzige Versteinerung in ihnen zu finden.

Weit instructiver sind die Durchschnitte des am Swir mächtig abgelagerten Dilu-

viums. Es bildet für sich allein oft 100 und mehr Fuss hohe, malerische Ufer, wie denn der Strom überhaupt schöne landschaftliche Ansichten bietet, namentlich auf der Strecke, wo er das Devonische durchschneidet; auf dieser Strecke ist auch das Diluvium am mächtigsten entwickelt, und seine erratischen Blöcke füllen die pittoresken, aber auch gefährlichen Stromschnellen an, die schon mancher beladenen Barke den Untergang gebracht haben, obgleich jede derselben von eigends dazu angestellten Lotsen geleitet wird, und obgleich das Fahrwasser längs des ganzen Stromes durch Stangen bezeichnet ist, die je nach der Seite, auf welcher sie angebracht sind, weiss oder roth angestrichen werden. Da sie nicht sehr dick sind, nicht aufrecht stehen, sondern stromabwärts geneigt sind, und dabei gewöhnlich nur einige wenige Fuss aus dem Wasser hervorragen, so schwebt ihr Ende meist sehr nahe über dem Wasser, und wenn dann noch die Farbe von ihrer Frische und Deutlichkeit verloren hat, so geschieht es, dass diese Warnungszeichen bisweilen übersehen werden, namentlich bei trübem Wetter, oder wenn die Spiegelfläche des Stromes die Sonnenstrahlen gegen den Lotsen reflectirt.

Man hört am *Swir* oft den Wunsch aussprechen, dass sein Fahrwasser besser regulirt werde, und es wird, auf die Anordnung der betreffenden Oberbehörde, noch manches Nützliche in dieser Beziehung geschehen, nur erwarte man nie auf dem Swir eine ganz gefahrlose Fahrt. Man wird mit Leichtigkeit und mit geringen Kosten einige sehr grosse erratische Blöcke durch Sprengen oder Herausziehen entfernen können; man wird aber nie und auf keine Weise dahin gelangen, die unzähligen kleineren Blöcke an ihre Orte zu bannen oder zu fixiren. Ein starker Eisgang, bei welchem sich das Eis bisweilen an engen und seichten Stellen zusammenpackt, wird kleinere Blöcke immer erfassen und von ihrer Stelle rücken. Es ist das eine Erscheinung, die man an allen unsern nordischen Strömen kennt. Auch auf unsern Seen ist der Transport von Blöcken durch Eis sehr bekannt, und am Ausflusse der *Newa* aus dem *Ladoga*see, nannten die Lotsen mir mehrere solcher Beispiele, welche die Schifffahrt beeinträchtigt hatten.

Man muss daher hier, wie auf der *Wolga* und allen unsern schiffbaren Strömen, das Fahrwasser, nach dem Ablaufe jeder Frühlingsfluth, aufs neue recognosciren, und immer wieder neue Warnungszeichen errichten. Auf der *Wolga* sind es vorzüglich die aus Triebsand sich bildenden Bänke und Untiefen, die man zu fürchten hat; am *Swir*, am *Wolchow*, an der *Msta* sind es die gewaltigen Stromschnellen mit kurzen Biegungen und erratischen Blöcken.

An den Unglücksfällen, welche auf den letztgenannten drei Strömen geschehen, tragen aber die Besitzer der Frachten selbst gewöhnlich die meiste Schuld. Um an der Besoldung der Bemannung auf den Barken, an Lotsenlohn und andern Ausgaben Ersparnisse zu machen, verladen sie die Waaren auf eine möglichst kleine Anzahl von Fahrzeugen, und überladen sie dadurch, so dass deren Tiefgang für die seichten Stellen der Ströme leicht zu gross wird. Bei der ausserordentlichen Frequenz der Fluss- und Kanalfahrten, und bei der grossen Eile, die jeder Barkenführer hat, seine Waaren nach St. Petersburg

zu schaffen, ist eine mathematisch genaue und durchgehende Controle des Tiefganges nicht immer möglich und Strandungen daher unvermeidlich. Es ist jedesmal eine Calamität für deren Besitzer, wenn eine grosse, zu tief gehende Barke ausgeladen, und deren Inhalt auf kleineren Böten vertheilt werden muss, wie das *1858*, bei dem ungewöhnlich niedrigen Wasserstande, in *Wosnessenje* öfter geschehen musste, wo die Barken ihre Fahrt auf dem Swir beginnen.

Man kann es in *Rybinsk* und andern Wolgastädten aus dem eigenen Munde der Grosshändler hören, dass es ihnen bei ihren kolossalen Waarentransporten gar nicht auf eine und die andere verunglückte Barke ankommt, wenn nur die vielen übrigen unversehrt in St. Petersbung anlangen. Die bis an die äusserste Grenze der Möglichkeit beladenen, aber glücklich angelangten Fahrzeuge, bringen, unerachtet dessen, dass etwa eines strandete, doch mehr Gewinn, als wenn man die Waare auf eine grössere Anzahl von Barken vertheilt hätte. Freilich ist bei diesen sonderbaren Berechnungen ein grosser Unterschied zwischen einer und der andern Waare, je nach deren Werth.

Ich nehme hier Gelegenheit über den Wechsel des Wasserstandes im *Onega* und *Ladoga* und im *Swir*strome zu sprechen. Man wird, wenn man an diesen Seen reist, überall von einem periodischen Steigen und Sinken des Wasserspiegels in diesen Gewässern erzählen hören; 7 Jahre lang, so hört man gewöhnlich sagen, soll derselbe allmälig steigen und in den folgenden sieben Jahren nach und nach wieder bis zu einem Minimum herabsinken. Schon Büsching, in seiner Lebensgeschichte Burchard Christophs von Münnich (Magazin für die neue Historie und Geographie. Dritter Theil, Hamburg 1769, Seite 399), erwähnt dieser Erscheinung. Als Graf Münnich 1723 die Arbeiten am Ladogakanal untersuchte, sagten ihm die Einwohner von Ladoga und Schlüsselburg davon, und meinten das Wasser des Sees Ladoga stiege ordentlicherweise 7 Jahre lang, und falle hinwieder in eben so viel Jahren 7 bis 8 Fuss tief. Diese Beobachtung aber ist nach Büschings Meinung falsch: denn Münnich hat während seiner ersten 17jährigen Aufsicht über den Kanal gefunden, dass der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasser des Sees nur 3 Schuh betrage; er hat auch beobachtet, dass in einer beständigen Regenzeit vom Juni bis November das Wasser nicht höher, und während einer langen Dürre, nicht niedriger geworden. Doch ist nicht zu leugnen, sagt Büsching weiter, dass das Wasser des See's aus unbekannten Ursachen steige und falle. Von 1758 bis 1762 ist es innerhalb 50 Jahren am niedrigsten, nämlich 7 bis 8 Schuh niedriger als das ordentliche Wasser des Kanals von 1719, und 1719 ist es am höchsten, nämlich 8 Schuh höher als das ordentliche Wasser des Kanals gewesen, und doch soll damals das Wasser in den Flüssen Wolchow und andern, welche in den See fallen, nicht höher als es gewöhnlichermassen ist, gewesen sein. Wo die Ufer der beiden Seen aus steilen, glatten Felsflächen bestehen, sieht man an den letztern natürliche Ufermarken, nämlich horizontale, abwechselnde dunklere und hellere Streifen, von denen jeder einen langdauernden Wasserstand bezeichnet, während dessen das Wasser die, wahrscheinlich organische, Substanz absetzte, welche die

Streifen erzeugt. Ich habe sie in den Jahren *1856*, *1857* und besonders *1858*, sowohl an den Ufern des *Onega*, als auch an vielen andern Seen gesehen, bis zu einer Höhe von 2 bis 3 Fuss über dem jedesmaligen Niveau, ohne dass man mir hätte angeben können, wann diese Ufermarken entstanden waren.

Nachdem das Wasser in den Jahren *1856* und *1857* schon etwas niedriger gestanden hatte, als in den vorhergehenden Jahren, sank es in dem überaus warmen und trocknen Sommer 1858 zu einem Minimum seines Niveau's herab, durch starke Verdunstung.[1]) Daher konnten wir in diesem Jahre ungehindert durch Sümpfe reiten, die früher für ungangbar galten, und solche, durch welche man in gewöhnlichen Jahren nur mühsam hindurch kommt, fanden wir 1858 so trocken, dass man sie durchschreiten konnte, fast ohne den Fuss zu netzen. Ja wir fanden bisweilen den Boden der völlig ausgetrockneten Moräste durch die Dürre zerplatzt. Kein Wunder, dass in jenem Sommer auch alle Flüsse und Seen niedriger standen. Am Swir und Onega erinnerten sich alte Leute kaum eines so tiefen Wasserstandes; daher denn auch die ungewöhnlich grosse Anzahl der Strandungen im Swir und in der Newa, deren ich mehrere selbst bezeugen konnte, als ich im August diese Ströme befuhr. Die *Ssuna* war im Juni 1858 so wasserarm, dass man am *Kiwatsch* viele Felsvorsprünge erblickte, die in andern Jahren fast nie zum Vorschein kommen, und unterhalb des Wasserfalls sahen wir den Thonschiefer unter dem hier herrschenden Diorit hervorkommen, da er doch sonst, selbst bei Wasserständen, die man auch schon niedrige nennt, immer vom Wasser bedeckt zu sein pflegt.

Da man am Onega bisher keine Pegel hat, oder doch den Wasserstand nicht regelmässig misst und notirt, so kann ich nur die oben angeführten Zeugnisse für einen ungewöhnlich niedern Stand in jenem Jahre aufführen. Die ausserordentliche Dürre, bei starker Hitze, machte sich ja auch in vielen andern Gegenden des nördlichen Russlands fühlbar.

In wasserarmen Gegenden Estlands und Livlands trat im Sommer 1850 sogar absoluter Wassermangel ein, dem man nur durch kostbare Zufuhr von entfernten Orten abhelfen konnte.

Als ich dagegen im Juni 1859 wieder die Newa hinauf und später auf dem Swir und Onegasee fuhr, fand ich überall einen ungewöhnlich hohen Wasserstand, und doch war die Frühlingsfluth schon längst vorüber. In der Newa war der Unterschied weniger bemerkbar, im Swir schon viel mehr, und am Onegasee sammelte ich die Aussagen mehrerer Uferbewohner, namentlich in *Wosnessenje*, am *Andoma*berge, in *Muromskoi*, *Schalskoi*, in *Unoska*, *Peschtschanskaja*, *Pudoshgorskaja*, *Pälma*, *Tscholmusha*, *Tolwuja*, *Wögoruksa*, *Lishma*. Alle

---

1) Herr Doctor Hagentorn, der es gefälligst übernahm 1858 in Petrosawodsk Barometerstände aufzuzeichnen, die ich später als correspondirende Beobachtungen zu den meinigen, an verschiedenen Orten angestellten brauchen könne, giebt in seinem meteorologischen Tagebuche am 7ten Juli alt. St. 1858 um 2 Uhr N. M. eine Lufttemperatur von 21,5° Réaum. an, am 8ten Juli um 2 U. N. M. 21°,0, am 9ten Juli um 2 Uhr 22,25 R. Vom 9ten bis zum 31ten Juli, sank das Réaumursche Thermometer in Petrosawodsk um dieselbe Tageszeit nie unter 13°, erreichte aber am 11ten Juli die Höhe von 23°,5, und noch mehrere Mal die Höhe von 19° und 20°.

bezeugten einstimmig, der Wasserstand des Onega sei viel höher als er *1858* gewesen war; keiner dieser Zeugen schätzte den Unterschied auf weniger als 2 Fuss 4 Zoll, mehrere gaben ihn auf $3\frac{1}{2}$ Fuss an, leider immer nach Augenmaass, da es hier keine Pegel oder sonst welche Ufermarken giebt.

Als ich 1856 die *Andomskaja gora* besuchte, konnte man auf einem ziemlich breiten Ufersaume bis um die äusserste Spitze des Vorgebirges herumgehen, und viele erratische Blöcke von ansehnlicher Grösse ragten sogar in einiger Entfernung vom Ufer noch hoch aus dem Wasser hervor; *1859* aber waren sie fast alle unter dem Wasser, und wir erkannten ihre Gegenwart nur an der Brandung der über sie rollenden Wellen. Die Bewohner des Vorgebirges meinten der Onega sei *1859* um 4 Fuss englisch höher gewesen als *1858*, und erklärten dieses Steigen durch das Schmelzen des Schnees, der im Winter von 1858 auf 1859, 7 Fuss hoch gelegen hatte, so dass man nicht mit Pferden hatte in den Wald kommen können, sondern nur auf Schneeschuhen. Dasselbe theilte man mir auch in *Wosnessenje*, in *Muromskoi* und andern Orten mit.

Der Priester Popow in *Schalskoi*, der den copiösen Schneefall jenes Winters ebenfalls bezeugte, fügte noch die Bemerkung hinzu, dass das Steigen des Wassers im Onegasee, 1859, erst 14 Tage nach dem Schmelzen des am Onegaufer liegenden Schnees begonnen habe, und ungefähr eben so lange Zeit nachdem die *Wodla* von ihrem Eise befreit worden war.

Daraus kann man schliessen, dass das Steigen des Wassers durch das Schmelzen des Schnees veranlasst wird, der in den unermesslichen Wäldern der sämmtlichen Flussgebiete fällt, welche ihre Wasser dem Onegasee zuführen. In diesen Wäldern kommt er später zum Schmelzen als in den stark gelichteten Ufergegenden, wo die Sonne ihn leichter erreicht.

Der Onegasee mit seinen Flusssystemen nimmt einen Flächenraum ein, der an Grösse der Dänischen Halbinsel nahezu gleich kommt, etwa 1019 Quadratmeilen (Holstein und Lauenburg mitgerechnet), oder in runder Zahl 49831 Quadratwerst.[1])

Der See allein hat, nach Struve's älterer Berechnung, einen Flächenraum von 11092 □Werst, nach Schweizer's neuerer Berechnung 11148 □Werst, oder 136563000000 □Fuss. Da man mit Sicherheit annehmen kann, dass der Spiegel des See's vom Ende des Jahres *1858* bis zum Mai *1859* mindestens um 2 Fuss engl. gestiegen war, so hatte sich seine Wassermenge um 273126000000 Cub. Fuss vermehrt, und diese Menge musste, da der Frühling des Jahres 1859 im Olonezschen nach den Aussagen vieler Augenzeugen ziemlich trocken gewesen war, von dem auf dem oben angegebenen Areal schmelzenden Schnee geliefert worden sein. Sie ist aber offenbar sehr gering im Vergleiche zu der ungeheuren Menge des Schnee's, welcher einen Raum von 49831 Quadratwerst mindestens 2 Fuss hoch, ja nicht selten, in einigen Gegenden, 5 bis 6 Fuss hoch bedeckt, und sie ist so gering, weil der schmelzende Schnee zum grossen Theil von den zahllosen Sümpfen und Seen des Olonezer Gebiets aufgefangen wird, und nur der an-

1) Eine □Meile = 48,384933 □Werst.

dere Theil direkt in die dem Onega zuströmenden Flüsse gelangt. Am direktesten gelangt dasjenige Schneewasser in den See, das sich auf dessen Eisdecke und am Ufer bildet.

Die Wassermenge, welche diese Frühlingsfluth durch Verdunstung verliert, ehe sie in den Onega gelangt, lässt sich auch nicht einmal annähernd bestimmen; die Menge aber, welche in den Boden eindringt, kann nur im südlichen und östlichen Theile des Onegasystems von Bedeutung sein, weil hier permeable Gesteine, wie Sand und Sandstein und klüftige Kalksteine vorkommen. Im Westen und Norden des Systems bilden feste, undurchdringliche, krystallinische Gesteine überall den Untergrund unter dem Diluvium. Daher gehören denn in diesem Theile Quellen zu den seltensten Erscheinungen. Sie werden durch die vielen Seen und Tümpel gleichsam ersetzt, welche dann mittelst kleiner Bäche und Flüsschen die Hauptflüsse speisen. Sie reguliren auf diese Weise den Wasserstand des *Onega*, mithin auch des *Swir*stromes, der denn auch, obwohl aus einem wasser- und schneereichen Lande kommend, im Frühling nie so gewaltig aus seinen Ufern tritt, wie z. B. die *Düna*, die *Wolga*, der *Dnepr*.

Die *Newa* besitzt an dem *Ladoga*see noch einen Regulator mehr als der *Swir*, und zwar den allergrössten, daher denn ihr Wasserstand sich fast gar nicht ändert. Nur in ihrer Mündungsgegend, im Delta, steigt das Wasser bei Nordwestwind, und fällt bei östlichen Winden.

Man ersieht aus den hier angeführten Thatsachen, dass die Niveauveränderungen im Onegasee (zum wenigsten das Steigen desselben) nicht immer in langen, angeblich 7 Jahre betragenden Perioden vor sich gehen, und dass sie nicht nur von der Regenmenge und Temperatur der wärmeren Jahreszeit, sondern auch von der Menge des gefallenen Schnees abhängig sind.

Es ist wohl sehr zu bedauern, dass in Petrosawodsk noch keine meteorologische Station besteht, die über diese Verhältnisse Aufschlüsse gäbe.

Obgleich das Ostufer des Onegasee's nicht zu dem Olonezer Bergrevier gehört, so musste es, zur Abrundung meiner Arbeit, doch mit in die Untersuchung gezogen werden, um zwei Fragen zu entscheiden: Ob die Granite, welche Jerofejew bei dem Cap *Bessow Noss*, nördlich von *Andomskaia Gora*, beobachtet hatte, mit denjenigen zusammenhängen, welche ich *1858* auf der Fahrt von *Powenez* nach *Tscholmusha* sah, und ob diese Granite etwa weit nach Osten ins Land hineinsetzen.

Ich reiste daher 1859 in der Begleitung des Lieutenants Nicolai Jürgens und meines Sohnes, ein viertes Mal nach dem Onegasee. Wir fuhren die *Newa* und den *Swir* in Dampfböten hinauf; sahen uns nochmals den Diorit bei *Ostretschiny* an, und besuchten von *Wosnessenje* aus den Steinbruch bei *Schokscha* zum dritten Male. Ein früherer Beobachter in dieser Gegend hatte mir mitgetheilt, dass man bei *Schokscha* einen Durchbruch des Diorits durch den Quarzsandstein sehen könne. Leider konnten weder ich, noch meine Reisegefährten, trotz langen Suchens eine Stelle auffinden, wo die Erscheinung evident zu beobachten gewesen wäre, und ich musste das Olonezsche, nach ausgedehnten, in vier

Sommern angestellten Untersuchungen verlassen, ohne auch nur an einem einzigen Punkte gesehen zu haben, dass die Diorite sich hier wirklich eruptiv verhalten.

Wenn irgendwo in diesem Lande ein solches Verhalten wenigstens angedeutet ist, so wäre das bei dem Dorfe *Pälma*, am Ostufer des Onega, von welchem unten Erwähnung geschehen wird.

Wir reisten über *Wytegra* nach *Andomskaia Gora*, und von hier zu Bote nach dem Dorfe *Muromskoi.* Das Onegaufer ist auf dieser Strecke durchweg niedrig und besteht aus Flugsand; bis *Hakrushskaia* setzten wir die Fahrt zu Wasser fort, fuhren aber dann auf der Poststrasse nach *Pudosh*, immer auf Diluvialboden. Die *Wodla* war noch im Juni so wasserreich, dass wir auf ihr in Böten nach *Schalskoi* hinabfahren konnten. Als wir auf dieser Fahrt am Dorfe *Podporoshje* vorübergekommen waren, sahen wir, etwa drei Werst flussaufwärts von dem Dorfe *Bolbina*, den ersten anstehenden Granit, der nun öfter an den Ufern der *Wodla* wieder erscheint, und gewiss ununterbrochen bis an das Onegaufer fortsetzt. Wir fanden ihn immer wieder, als wir von *Schalskoi* aus den, durch seine, freilich sehr rohen, Skulpturen bekannten Uferfelsen *Bessow Noss* (die Teufelsnase) besuchten, und sahen, dass er von hier in der Richtung nach *Muromskoi* noch eine Strecke fortsetzte. Auch in der Gegend von *Unoska* und *Peschtschanskaïa* trat er noch auf, als wir unsere Fahrt bis *Tscholmusha* ausdehnten, so auch bei *Pudoshgorskaïa.*

Der Granit hat am Ostufer des Onega offenbar eine grosse Verbreitung, und bildet mit den Graniten, welche wir 1858 höher im Norden gesehen hatten, eine grosse Region, deren Grenzen aber noch nicht angegeben werden können.

Da war es nun ziemlich unerwartet, bei dem Dorfe *Pälma*, am Flusse gleiches Namens, wieder Quarzsandstein, Dolomit und Diorit anzutreffen. Ganz besonders lehrreich war es hier endlich zu sehen, dass der Dolomit in steil nach Nord fallenden Schichten den Diorit überlagert. Beide Gesteine waren genau von derselben Beschaffenheit, wie wir sie schon oft im Olonezschen angetroffen hatten, aber weder in *Tiwdia*, noch bei *Widanskoi*, noch bei *Perguba* oder sonst wo, war das Verhältniss derselben zu ermitteln gewesen. Ich sah bei *Pälma* den Diorit auch zwischen zwei grossen Dolomitlagern liegen; er stösst plötzlich und markant zwischen ihnen hervor, aber die beiderseitige Steinscheide ist leider durch Schutt verdeckt; ein eruptives Verhalten ist hier wenigstens angedeutet; aber evidente Durchbrüche des Diorits durch den Dolomit oder Sandstein waren auch hier nicht aufzufinden.

Nach *Tscholmusha* hin verliert sich bald jedes anstehende Gestein. Wir segelten von hier nach *Tolwuja* hinüber, und durchschnitten die ganze Halbinsel *Saoneshje*, den *Padmo*see, *Foimaguba*, *Welikaja Niwa*, den *Kosmo*see und *Wögoruksa* berührend.

Ein frischer Wind brachte uns von hier nach *Lishma*, und auf der Poststrasse erreichten wir endlich *Petrosawodsk.* Nach kurzem Aufenthalte daselbst, reiste ich auf der St. Petersburger Poststrasse nach *Olonez* und von dort nach Finnland.

Zum Schlusse der Untersuchungen im Olonezer Bergrevier, war noch die Verbrei-

tung des Quarzsandsteins nach Westen, in der Richtung nach dem Ladogasee, zu ermitteln. Auf der Station *Swätoserskoi*, der dritten von Petrosawodsk, sagte man mir, der Sandstein käme noch an dem obern Laufe des *Washina*flusses vor, der bei dem Dorfe *Washina* in die Rechte des *Swir* fällt. Und in der That fanden meine Begleiter ihn auf, als sie nach einem höchst beschwerlichen Ritt durch eine Waldwüste jenen Fluss erreichten. Sie überstiegen dabei den Bergrücken *Urskoi*, der bis in die Nähe von *Lossossinskaja* streicht, und ehemals ein beliebter Aufenthalt für Deserteure war. Der Sandstein steht an der *Washina* in 20 Sashen hohen, steilen Klippen an, ist folglich hier noch sehr mächtig, und setzt gewiss noch weiter nach Westen fort, aber in grösserer Tiefe, denn man sieht ihn nach *Olonez* und nach *Ladeinoje Pole* hin nirgend mehr zu Tage gehen. Der erwähnte Punkt an der *Washina* liegt, nach einer Schätzung, ungefähr 26 Werst südlich von *Swätoserskoi*, und der Sandstein hat hier ganz dieselbe Beschaffenheit, wie bei *Schokscha*, bei *Juksowa*, bei *Ostretschiny*, *Lossossinskaja*. Und so kann man mit einiger Sicherheit sagen, dass ein grosser Theil des Raumes zwischen dem Onega und Ladoga, nicht aus Devonischen Schichten und Diluvium allein besteht, wie man früher annahm, sondern dass ein alter Sandstein deren Untergrund bilde. Die geologische Karte wird also auch hier, wie an mancher andern Stelle, Abweichungen von den früheren Karten zeigen.

Mit der Excursion an die *Washina* waren meine Arbeiten im Olonezer Bergrevier geschlossen.

Nichts könnte schwieriger sein, als eine umständliche orographische Darstellung dieses Reviers zu geben, sei es in Worten, oder graphisch. Obgleich das ganze Land bergig ist, so giebt es hier doch keinen einzigen ordentlichen Gebirgszug, keine Längen- und Querthäler, keine ausgesprochene Gruppirung der Höhen. Nur in einem Theile des Reviers, in der *Saoneshje* folgen die Berge und Seen einer vorherrschenden bestimmten Richtung, aber die ersteren bilden auch hier keine fortlaufenden Gebirgszüge, sondern einzelne, freilich oft recht lange Kuppen.

Um die absolute Höhe der Berge wenigstens annähernd zu bestimmen, bediente ich mich des Barometers. Mittelst correspondirender Beobachtungen, welche Herr Doctor Hagentorn in Petrosawodsk anstellte, habe ich die Höhe von 50 Punkten bestimmt. Es ergiebt sich aus diesen Messungen, dass im Olonezer Revier selbst die bedeutendsten Erhebungen kaum 1000 Par. Fuss Meereshöhe erreichen; die meisten bleiben weit unter dieser Zahl zurück und übersteigen nicht 400 bis 600 Fuss. [1])

Wie das Felsgebäude des Olonezer Reviers in seinem Hauptkarakter mit demjenigen von Finnland übereinstimmt, so finden wir im Onegalande auch dieselben sonderbaren, den Rundhöckern (roches moutonnées) der Schweizer Alpen ganz ähnlichen Berggestalten Finnlands wieder, und dasselbe Maass der absoluten und relativen Bodenerhebung. Man vergleiche Gyldèn's vortreffliche Höhenkarte von Finnland mit den von mir für die

1) Ich werde meine Höhenbestimmungen in einer ausführlichen Arbeit über das Revier mittheilen.

Olonezer Berge gefundenen Zahlen, und man wird sich leicht von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen.

Auch die Tiefe der Seen habe ich hin und wieder bestimmt, und sie im Ganzen ziemlich unbedeutend gefunden. Einige wenige Quellen und Brunnen gaben Aufschluss über die Bodentemperatur.

Die vier erwähnten Reisen haben zu folgenden Resultaten geführt, welche ich vorläufig nur in gedrängter Kürze darzustellen versuchen will.

Der untersuchte Landstrich, im Norden von den Seen *Seg* und *Wyg*, im Süden von der Archangelschen Heerstrasse, im Osten vom östlichen Ufersaume des *Onega*, im Westen von einer Linie begrenzt, welche vom *Seg*see über den *Säm*see nach der Stadt *Ladeinoje Pole* verläuft, zerfällt nach seinem geologischen Bau in fünf, sehr wohl karakterisirte, ziemlich scharf abgegrenzte Bezirke, die sich so bezeichnen lassen:

Erster Bezirk. Er umfasst das südliche Uferland des *Onega*sees von der Mündung des *Andoma*flusses über die Stadt *Wytegra* bis in die Gegend, wo der Swir aus dem Onega fliesst, seine nördliche Grenze erreicht aber den obern Lauf des Swir nicht, sondern durchschneidet diesen Strom südlich von *Ostretschiny*, geht dann in einem grossen Bogen zuerst nach Nord und später nach Süd zurück nach der Stadt Ladeinoje Pole.

Er besteht ausschliesslich aus sedimentairen Gesteinen der Devonischen und der Bergkalkformation; erstere bildet das Südufer des *Onega*, und trägt in einiger Entfernung vom Ufer die Bergkalkschichten. Devonische Kalksteine mit Brachiopoden, Crinoïdeen etc. fehlen hier durchaus; man sieht nur rothe und bunte Thone und Sandsteine mit Fischresten.

Der Bergkalk besteht aus zwei Abtheilungen: Eine obere aus weissen, weichen Kalksteinen, die man hier verpocht, schlemmt und dann als Schreibekreide und weisse Farbe verkauft. Sie enthalten *Spirifer Mosquensis*, *Euomphalus*, *Calamopora radians*, *Productus Waldaïcus*, *Fusulina cylindrica* und manches andere karakteristische Petrefakt des obern Bergkalks.

Die untere Abtheilung des Bergkalks verdient eigentlich ihren Namen nicht, denn sie ist nur aus gelben, weisslichen, rothen Sandsteinen und Thonschichten zusammengesetzt. In den Sandsteinen, die unmittelbar unter dem weissen Sandstein folgen, und immer ganz locker, zerreiblich sind, treten in einem bestimmten Horizonte und in der ganzen Erstreckung der Formation, Eisenerzlager auf, Brauneisenstein und Thoneisenstein, von 2 und 3 Zoll bis 2 und 3 Fuss Mächtigkeit. Bisweilen sind diese Lager nur durch eisenschüssigen Sandstein repräsentirt. Ich habe zwischen dem *Ileksa*flusse und dem *Andoma*flusse eine Niederung von mindestens 120 □ Werst Flächeninhalt gesehn, auf welcher der weisse Bergkalk, wahrscheinlich durch Diluvialwirkung, bis auf den Horizont der Eisenerzlager zerstört und fortgeschafft ist, so dass die Erze hier an manchen Stellen in lockerem Sande zu Tage liegen, und man sie mit den Händen greifen kann. Einer meiner Wegweiser hob in meinem Beisein ein Stück von 80 Pfund Gewicht auf; es war reiner Brauneisenstein.

An den Rändern dieser Niederung ist der Kalkstein in hohen, senkrechten Klippen zu sehen, und überall kann man unter ihm das horizontale Eisenband ununterbrochen verfolgen. Hier hatte der Bergofficier Iwanow schon 1849 geschürft. Auf meine Vorstellung wurden die Schürfungen 1857 wiederholt; sie zeigten, dass hier viele Millionen Pud Eisenerz vorhanden sind, und es kommt nun darauf an einen Versuchsbau anzulegen, um die Selbstkosten des Erzes zu bestimmen und damit die Frage zu entscheiden, ob dieses Erz mit Vortheil für die Kanonengiesserei zu Petrosawodsk gewonnen werden könne, oder nicht. Ist Ersteres der Fall, so wäre es jedenfalls dem See- und Sumpferze vorzuziehen, das man in Petrosawodsk verschmilzt, und wo man zu dem erzeugten Gusseisen einen Theil uralischen Gusseisens hinzuthut. Das Wytegrasche Bergerz enthält keinen Phosphor, wie die See- und Sumpferze, und die besseren Sorten geben 32% Metall statt 29%, die man durchschnittlich von den Seeerzen erhält.

In Petrosawodsk brauchte man bis jetzt als Zuschlag beim Schmelzen einen Dolomit, der 25 Werst von der Hütte, bei *Widanskoi* gebrochen wurde, und der bis 22% Kieselerde enthält; er ist oft voller Quarzdrusen. Der Bergkalk von Wytegra enthält nur 1 bis 2% Kieselerde, dagegen aber an einigen Orten bis 6% Eisenoxyd, so dass er bräunlichgelb gefärbt ist. Von solchem Kalkstein haben wir 8000 Pud nach Petrosawodsk gesendet, wo er wahrscheinlich den Dolomit verdrängen wird, da er ja bei anderer guten Eigenschaft durch seinen Eisengehalt noch die Schicht bereichert.

In den untern Teufen der untern Abtheilung der hiesigen Bergkalkformation tritt eine Schicht schwarzen feuerfesten Thones auf, der zu technischen Zwecken gewonnen wird. Auch weisser, feuerfester Thon kommt vor. Fügt man noch hinzu, dass es hier an der *Andoma* Aufschlagewasser giebt, und dass die Gegend noch einigen Waldvorrath hat, so liegt der Gedanke nicht ferne, dass hier möglicherweise eine, wenn auch nicht sehr grosse Eisenindustrie entstehen könnte.

Da in dem schwarzen Thone Abdrücke von Pflanzen der Kohlenperiode vorgekommen sind, und da man in ihm auch Kohlenschmitzen gefunden haben soll; da ich ferner in den Eisenerzen die schönsten Abdrücke von *Calamites* und *Lepidodendron*, und *Calamopora radians* und *Lithostrotion floriforme*, beide Korallen in Eisenerz umgewandelt, gefunden habe: so glaube ich annehmen zu können, dass die beschriebenen Sandsteine, Erzlager und Thone hier die untere, kohlenführende Abtheilung des Bergkalks repräsentiren, zu welcher auch die Kohlenlager von *Tula* und *Kaluga* gehören. Im Wytegraschen ist keine Hoffnung Steinkohlenlager zu finden, da sie in den vielen Gesteinsdurchschnitten, die bis auf das Devonische niedergehen, bis jetzt nicht vorgekommen sind. Die wenigen, sparsam zerstreuten Pflanzenabdrücke zeigen, dass hier kein hinlängliches Material zur Kohlenbildung war.

Zweiter Bezirk. Seine Ostgrenze bildet das Westufer des Onegasee's von Petrosawodsk bis südlich von dem Flecken *Wosnessenje*, der am Ausflusse des Swir liegt. Im Süden grenzt er an die Devonische Formation; im Norden bezeichnet ein Höhenzug, *Urskoi*

genannt, der sich von der Gegend von Petrosawodsk nach Südwest erstreckt, seine Grenze, und der äusserste Punkt, den er in westlicher Richtung erreicht, liegt am obern Laufe des *Washina*flusses, der von Nord in den Swir fliesst, in den er bei der Forstei *Washina* einmündet.

Es ist der Bezirk des quarzigen Sandsteins. Der Sandstein ist feinkörnig, hart, mit den schönsten Wellen auf den Schichtungsflächen; die Wellen sind von einer Schärfe und Eleganz wie man sie nur auf dem Grunde des Meeres am Ufer sehen kann. In der ganzen westlichen und südlichen Hälfte des Bezirks ist der Sandstein himbeerfarbig, nur am Onegaufer, von *Petrosawodsk* bis *Schokscha*, ist er weisslich, grau, gelb und grünlich. Sehr selten, z. B. bei Petrosawodsk in dem Steinbruche *Kamennoi Bor*, enthält er Bruchstücke von Lydit, und zwar scharfkantige, auch Bruchstücke grauen Hornsteins, kleine Glimmerschüppchen und Albitkörner? Die Quarzkörner sind meist wasserhell. Da im *Kamennoi Bor* sein Bindemittel in einigen Schichten hornsteinartig ist, so erinnert er hier an die benachbarte Solomensche Breccie oder den Solomenschen Stein (russisch Solomenskoi kamen), von der weiter unten die Rede sein wird, und mit welcher der Sandstein eng verbunden ist, wie man schon daraus sehen kann, dass an dem *Ukschsee*, 23 Werst nördlich von Petrosawodsk, ein ganz ähnlicher breccienartiger Sandstein wie der so eben beschriebene, der Solomenschen Breccie gleichförmig aufgelagert ist.

Der Sandstein ist in Schichten von verschiedener Dicke getheilt, die sich oft durch hellere und dunklere Färbung von einander unterscheiden. Im Steinbruche von *Schokscha* habe ich in seinen Schichten sehr deutlich diagonale Streifung gesehen, ganz wie an unsern lockern Devonischen und manchen andern, viel jüngern Sandsteinen. Die Schichten sind nie horizontal, sondern im Grossen wellenförmig gefaltet, und hauptsächlich nach zwei Richtungen einschiessend, nach SW und NO. Das stärkste Fallen, das ich an ihm beobachtete, ist 35°, in der Regel ist der Fallwinkel nur 10° bis 12°. Ich habe nie auch nur eine Spur von Petrefakten in diesem Gestein entdecken können, und da es in der Gegend von Wosnessenje, wie mir ein Officier der Wegecommunication mittheilte, und wie es auch nicht anders sein kann, von horizontalen Devonischen Schichten ungleichförmig überlagert wird, so ist die Meinung aufzugeben, die diesen Sandstein zu einem metamorphosirten devonischen macht. Er ist älter als das Devonische und hat nichts mit ihm gemein. Murchison nimmt an, der Onegasandstein sei durch die, ihn durchbrechenden und überlagernden Diorite, also auf metamorphischem Wege, aus lockern Devonischen Sandsteinen hervorgegangen. Wenn diese Annahme überhaupt wahrscheinlich wäre, so könnte sie dennoch nur für die Gegend Geltung haben, wo Dioritkuppen auftreten. Allein bei *Lossossinskaja*, an der *Washina*, an der *Iwina*, bei *Juksowa* ist keine Spur mehr von Dioriten, und doch ist der Onegasandstein hart, spröde und ganz von derselben Beschaffenheit, wie in der Nähe der Diorite. Er scheint also von diesen unabhängig zu sein. Dasselbe muss auch für den Thonschiefer gelten, der in wenig mächtigen Schichten diesem Sandsteine untergeordnet ist, und den man auf dem Wege von *Petrosawodsk* nach *Wosnessenje* an mehreren

Stellen beobachten kann. Auf eben diesem Wege sieht man denn auch eine Reihe von hohen *Diorit*kuppen, die auf dem Sandstein und Thonschiefer aufliegen, ohne dass man sähe, dass der Diorit durch diese Gesteine durchgebrochen sei, und doch ist er ein eruptives Gestein. Die bekannten Trappberge Schwedens, der *Billingen*, *Kinnekulle*, *Hunne* und *Halleberg* u. s. w. zeigen ein ganz ähnliches Verhalten, wie ich das schon früher erwähnt habe. In Schweden bedecken inselartig getrennte Trappkuppen horizontal gelagerte Silurische Schichten aus Kalkstein, Thonschiefer und Sandstein, und hier sind, eben so wenig wie am Onegasee, Durchbruchsstellen und metamorphische Veränderungen am Thonschiefer oder Kalkstein und Sandstein zu sehen. Der Diorit kann also wohl keine hohe Temperatur gehabt haben.

Der westlichste Punkt, an dem ich Diorit in diesem zweiten Bezirke angetroffen, liegt unweit des Dorfes *Ostretschiny*, am *Swir*strome, gerade an der Stelle wo letzterer den Iwinafluss vom Norden her aufnimmt und gleich darauf unter scharfem Winkel nach Süden wendet. Hier liegt eine Dioritkuppe am linken, die andere in geringer Entfernung vom rechten Ufer. Somit überschreitet der Diorit den Swir nach Süden.

Der Onegasandstein, wie wir ihn nennen wollen, hat für St. Petersburg eine Bedeutung gewonnen; eben so für Petrosawodsk. Man bricht ihn im oben erwähnten *Kamennoi Bor* zu Fundamenten der Häuser, früher brauchte man ihn zu Gestellsteinen in den Schmelzöfen zu Petrosawodsk. Zu eben dem Zwecke hat man ihn an der *Puchta* gebrochen, und bei *Scholtoserskoi:* die beiden bekanntesten Steinbrüche sind aber der von *Schokscha* und der auf der Insel *Brussino*, die ganz in der Nähe des Westufers liegt. Brussino liefert nach St. Petersburg schöne Pflastersteine von der Form und Grösse gewöhnlicher Ziegelsteine, aber zum tiefen Bedauern Aller, die in der Residenz zu fahren haben, sind bis jetzt nur einige wenige Stellen mit diesem vortrefflichen Material gepflastert, weil es nicht so wohlfeil ist als die Rollsteine, deren runde Köpfe jedes Fuhrwerk bald zerstören, und die Pferde um den Gebrauch ihrer Füsse bringen.

Schokscha liefert einen himbeerfarbigen Sandstein, welcher polirt einen starken Glanz und kirschrothe Farbe annimmt. Er bricht hier, wie der finnländische Granit, in grossen Quadern, welche man 6 bis 7 Fuss lang haben kann. Es war Sandstein von *Schokscha*, den Kaiser Nikolai I nach Paris schicken liess zum Piedestal des Grabdenkmals, das man Napoleon I errichtete. Französische Tagesblätter haben diesen Stein «*Porphyre de Finlande*» genannt, was einen doppelten Irrthum einschliesst. An der Isaakskathedrale und an dem Denkmal des Kaisers Nikolai I ist der Stein von Schokscha auch verwendet worden; in Petrosawodsk bedient man sich seiner gegenwärtig als Gestellstein, nachdem man die Erfahrung gemacht, dass der Stein von *Kamennoi Bor*, wegen der eingesprengten Feldspathkörner, nicht feuerfest ist.

Dritter Bezirk. Er ist auf der beifolgenden Karte mit grasgrüner und grauer Farbe colorirt, und begreift die Halbinsel *Saoneshje* sammt der grossen Insel *Klimezkoi*, und das Land zwischen dem *Sandal*see und der *Bucht von Kondopoga* einerseits, und dem Meridian

von *Swätnawolok* andrerseits. Ich rechne fürs Erste zu diesem Bezirke auch den Solomenschen Stein, der seine Hauptverbreitung auf der Halbinsel *Suissari* und am *Uksch*see und *Kontsch*see, also nordwestlich, nördlich und nordöstlich von Petrosawodsk hat.

Der geognostische Bau dieses Bezirks ist sehr einfach, wie auch der des zweiten oder Sandsteinbezirks. Ein offenbar sehr alter, zum Theil milder, schwarzer, graphithaltiger, zum Theil harter, kieseliger, jaspisartig gebänderter Thonschiefer, der im Allgemeinen horizontal gelagert ist, oder unter Winkeln von 4° bis 12° fällt, wird von langgezogenen, hohen, mächtigen Dioritmassen überlagert, und so vollständig, dass der Thonschiefer oft nur ganz unten an der Basis der Berge dürftig zu Tage geht. Seltener sind die Fälle, wo er unbedeckt geblieben ist, und noch seltener erhebt er sich zu Hügeln und Bergen. Am mächtigsten entwickelt kann man ihn auf der Landstrasse sehen, die von der Station *Käppeselga* nach der Station *Lishma* führt; auch bei *Lishma* selbst, und vorzüglich am Ostufer der langen, schmalen Bucht von *Wögoruksa.* Am Ostufer des Sandalsees ist er bedeutend entwickelt, und an dessen südlichem Ende wird er in grossen, schönen Tafeln gebrochen, die man auf der Schleiferei von Tiwdia zu Tischplatten verarbeitet. Ich habe ihn bisweilen, z. B. bei *Käppeselga* und unweit *Tolwuja*, so von Schwefelkies durchdrungen gesehn, dass er durch die Einwirkung der Feuchtigkeit ganz rostbraun und mürbe wird. Man hat auch in früherer Zeit Alaun aus ihm bereitet.

Der Diorit dieses Bezirks unterscheidet sich in nichts von den Dioriten des zweiten, vierten und fünften Bezirks. Er ist bald innig gemengt, also ein Aphanit, bald feinkörnig, bald grobkörnig wie mancher Granit, und dann wie dieser, in rektangulaire Quadern zerfallend. Die feinkörnigen Varietäten sind nicht selten in senkrechte Säulen zerklüftet, nach der Weise des Basalts, wie z. B. am Berge *Rogosha*, unweit der Eisenhütte *Kontscheserskoi*, und an den schönen, hohen, senkrechten Klippen, die am Ostufer des malerischen *Ladmo*sees sich erheben. Der Diorit enthält gewöhnlich fein eingesprengten Schwefelkies, und in manchen Gegenden auch Kupferkies in solcher Menge, dass man dasselbe bergmännisch gewonnen hat. Auch gediegen Kupfer ist vorgekommen, so namentlich am Ostufer der merkwürdigen *Swätucha*bucht, von der weiter unten die Rede sein wird. Da der Diorit in der Regel sehr zerklüftet, und daher dem atmosphärischen Wasser in gewissem Grade zugänglich ist, so hat sich der Kupferkies oft in oxydirte wasserhaltige Kupfererze, am häufigsten in Kupfergrün umgewandelt, und wenn unter dem Diorit Thonschiefer liegt, so ist auch dieser gewöhnlich auf der Steinscheide von Kupfergrün infiltrirt. Aber nie sind wohl solche Thonschiefer bauwürdig gewesen.

In der Nähe von *Kontscheserskoi* hat der ehmalige Berghauptmann des Olonezer Reviers, General Butenew der ältere, im Diorit flache Nester von Quarz und Bitterspath entdeckt, in denen Eisenkies, Kupferkies, Kupfergrün, Asbest, Strahlstein und Axinit vorkommt. Auch Magneteisenstein kommt in kleinen Nestern und Adern im Diorite vor, hat sich aber bisher nie in grösseren, bauwürdigen Massen vorgefunden. Oft ist der Magneteisenstein auch fein eingesprengt und nur daran zu erkennen, dass der Diorit attraktorisch

auf die Nadel wirkt. In der Gegend von *Koikara*, an dem Ssunaflusse, liess ich zwei Nester Magneteisenstein sprengen, und überzeugte mich, dass sie ganz isolirte Massen bildeten, die mit keinen Gängen oder Stöcken in Verbindung stehen. Dasselbe gilt auch von dem Magneteisenstein, den wir 1859, am Ostufer des Onega, in dem Diorite bei dem Dorfe *Pälma* entdeckten.

Da ich auch beauftragt war die alten Gruben des Olonezer Reviers zu revidiren, welche auf meinem Wege lagen, so besuchten wir auf dem *Pert*see, nördlich von Kontscheserssk, die Gruben *Senkina Jama*, *Nadeshda*, die beiden Gruben *Orel* und eine fünfte, die unweit des nördlichen Endes des Sees *Pert* oder *Pertnawolok* liegt. Auch bei Swätnawolok wurden zwei alte Kupfergruben besucht, die *Swätnawolozkje Rudniki*, wo der Diorit von steilfallenden Kalkspathadern durchzogen ist und Kupferkies und Kupfergrün enthält. Obgleich grosse Halden auf einen recht ernstlichen Abbau schliessen liessen, so möchten alle diese Gruben wegen geringen Erzgehalts und wegen grossen Wasserandranges durch das klüftige Gestein nicht bauwürdig, und von dem Grafen Alexander Harrsch in der zweiten Hälfte des 18ten Jahrhunderts mit Recht todt gesprochen sein.

Am *Sundo*see sahen wir einige alte Anbrüche auf Eisenglanz; blättriger Eisenglanz durchschwärmt in schmalen Adern und Schnüren einen Diorit, in welchen Epidot in feinen Körnern und kleinen Nestern eingesprengt ist; der Epidot ist immer stenglich, nie deutlich auskrystallisirt; wenigstens hahen wir ihn nie in letzter Gestalt gesehen. Die Menge des eingesprengten Epidots ist bisweilen im Diorite so gross, dass das Gestein eine pistaziengrüne Farbe annimmt.

Auf der Halbinsel *Nertnawolok*, bei dem Dorfe Perguba, am Nordende des Onegasees, hat man in der alten Grube *Nergubskoi* in solchem Epidot-Diorit Kupfererze abgebaut. Auf eben dieser Halbinsel sahen wir mehrere ansehnliche Schürfe, mittelst deren man ein Vorkommen von Eisenglanz untersucht hatte. Das grüne Gestein wird hier von weissen Quarzgängen durchsetzt, und dieser Quarz ist, meist in der Mitte des Ganges, aber auch an den Seiten, von Adern grossblättrigen Eisenglanzes durchzogen, die vorzugsweise dem Streichen des Quarzes parallel verlaufen. Deser Gangquarz enthält kleine Nester feinschuppigen Chlorits.

Die Grube *Nergubskoi* ist, obgleich sie bedeutend scheint gewesen zu sein, auch todtgesprochen worden, desgleichen die Versuchsbaue auf Eisenglanz. Ich theile diese Meinung, weil das dürftige Kupfererz der Grube und die schmalen Adern von Eisenglanz in hartem Quarz nie werden mit Gewinn ausgebeutet werden können. Ich erwähne noch eines alten Schachtes, den ich am *Ladmo*see, in der Nähe des Dorfes *Ladmoserskaia*, besuchte. Er ist in der Nähe des Ufers, an einem äusserst steilen, nach dem See gerichteten Abhange abgeteuft und steht auf einem *hora* 2 fallenden Quarzgang, der im Diorite aufsetzt.

Bei *Foimaguba*, am Putkosee, besuchten wir die Kupfergruben *Mednaja Jama* und *Uspensky rudnik*, auf denen sehr ernstlich gebaut worden ist. Auch hier sind es Kupfererze im Diorit und im Thonschiefer; in letzterem secundair, wie ich bereits oben erwähnte. Auch

diese Gruben, die wie manche andere in diesem Revier, von sächsischen Bergleuten bearbeitet wurden, hat Graf Harrsch 1787 todtgesprochen.

Ich habe noch von einem sehr schönen Kugel-Diorit zu berichten, den ich auf der Insel *Kolg.* in der Bucht von *Uniza* beobachtete. Ein hoher Bergrücken auf dieser Felseninsel besteht aus diesem Diorit. Die Oberfläche ist durch Diluvialkräfte glatt geschliffen. Dabei sind denn die grossen, bis 2 und 3 Fuss im Durchmesser messenden, concentrisch-schaligen Dioritkugeln oft mitten durchgeschnitten worden, so dass man die einzelnen Lagen wie auf einer Zeichnung oder an einem künstlichen Schliffe sehen kann. An andern Orten, wie an der Bucht von *Wögoruksa*, habe ich ähnliche, aber nicht concentrisch-schalige Dioritkugeln, an senkrechten Felswänden wie Bomben aufgethürmt gesehn. Als untergeordnetes, mit dem Diorit innig verbundenes Glied dieser Formation des dritten Bezirkes, erscheint ziemlich häufig feinkörniger *Amphibolit.*

Die äussere Gestaltung des dritten Bezirks, den wir den Diorit-Thonschieferbezirk nennen können, ist sehr merkwürdig. Schon eine Karte kleinen Maassstabes zeigt, dass die zahlreichen Seen und Buchten dieses Bezirks alle von Nordwest nach Südost verlaufen, und dass sie im Verhältniss zu ihrer Länge sehr schmal sind. Ich führe als Beispiel an, dass die *Swätucha*, eine Bucht des Onegasees, von dem Dorfe *Kashma,* bis an ihr Südende 40 Werst lang ist, und nur eine Breite von $\frac{1}{2}$ bis 1 Werst hat, mit Ausnahme des nördlichen Endes bei *Kashma*, wo sie 2 Werst breit ist. Südlich von *Kashma* gabelt sich die *Swätucha*bucht in zwei parallele Buchten; die westliche, nur 10 Werst lange, ist von der östlichen, der eigentlichen *Swätucha*, durch eine 10 Werst lange und höchstens eine Werst breite Landzunge getrennt, die *Schunskaja Guba* heisst und aus feinkörnigem Diorit besteht. Und hundert und aber hundert Mal kehren diese Formen in dem Dioritbezirke wieder: schmale Seen, Buchten, Isthmen, Halbinseln, Vorgebirge, Inseln und Schären von allen Grössen, und immer der einen Hauptrichtung von NW nach SO folgend. Auch die Berg- und Hügelzüge haben dieselbe langgestreckte Gestalt und dieselbe Richtung, und diese fällt mit der Richtung der Schrammen auf den Felsschliffen zusammen. Als der letzte Ausdruck, oder so zu sagen als die letzte Einheit dieser Bergform, erscheinen Dioritwälle oder Dioritrücken (auch die Solomensche Breccie tritt in dieser Gestalt auf), die bei 6 bis 9 Fuss Höhe und 120 Faden Länge, oft nur 5 bis 6 Schritte breit sind, wie z. B. ein solcher Steindamm, *Halkawara* genannt, an der Nordostspitze der Insel *Suissari.* Im Kontschsee, in der Bucht von *Kondopoga*, im *Ladmo*see, kann man dergleichen niedrige Schären genau auf derselben von NW nach SO, oder von N nach S streichenden Linie hinter einander liegen sehn, den Delphinen zu vergleichen, welche die Gewohnheit haben einer hinter dem andern zu schwimmen, wobei ihre gewölbten, braunen Rücken oft aus dem Wasser hervortauchen. Auch auf dem Festlande sieht man oft solche Gesteinsrücken plötzlich, inselartig aus dem Diluvium hervorstossen, wahre Schären auf trockenem Lande. Diese seltsame Configuration bedingt eigenthümliche Erscheinungen, die auch in Finnland, aber hier in etwas veränderter Gestalt, auftreten; ich meine die terrassenförmig über ein-

ander liegenden Seen. Als Beispiel will ich den hohen Isthmus anführen, der den *Putko*see von der *Swätuchabucht* scheidet. Er ist über 40 Werst lang, 2 bis 6 Werst breit, und erreicht eine relative Höhe von mindestens 300 Fuss. Er besteht aus unzählig vielen, oft äusserst steilen langen Dioritrücken der verschiedensten Dimensionen, die einer den andern überragen, wenn man vom Ufer landeinwärts auf den Scheitel des Isthmus steigt. Und die Längenthäler zwischen diesen Wülsten sind von so vielen Seen erfüllt, dass man deren Anzahl, vielleicht etwas übertrieben, auf ein Paar Hundert schätzt. Aus einem der untern Seen, *Kowshosero* genannt, der dem Dorfe *Foimaguba* gegenüber, am Westufer des Putkosees liegt, fliesst ein Flüsschen sehr kurzen Laufes in Kaskaden in den Putkosee hinab, und treibt 5 bis 6 nahe über einander liegende Mühlen. Da manche solche hochgelegene Bergseen von gar keinen Bächen oder Flüssen gespeist werden, und sich, selbst bei ihrer geringen Tiefe, auch in heissen Sommern gefüllt erhalten, so liegt die Vermuthung nahe, dass sie ihren Wasservorrath nicht aus der Atmosphäre allein, sondern auch aus Quellen beziehen, die mit ihrem Boden communiciren. Dabei bleibt aber freilich die ausserordentliche Quellenarmuth an der trocknen Oberfläche des Dioritbezirks sehr auffallend. Bei weitem die meisten Dörfer und einzelnen Bauerhöfe sind auf das Wasser der zahllosen Seen, oder der Bäche und Flüsse, sehr wenige auf Brunnen, und nur einige wenige auf Quellwasser angewiesen. Die Brunnen und Quellen befinden sich fast ohne Ausnahme im Diluvialboden. Wir sahen einen einzigen Brunnen, der 25 Fuss tief in feinkörnigem Amphibolit abgetieft war; er befindet sich neben dem Hause des reichen Kronbauern Sacharjew, in *Tolwuja*, am Ostufer von Saoneshje, und liegt auf dem Scheitel eines nackten Felsens; aber er mag sein Wasser durch Gesteinsklüfte aus dem nur hundert Schritte entfernten Onegasee erhalten, da sein Boden bis unter das Niveau des Onega hinabgeht. Die Temperatur des Brunnenwassers betrug am 25sten Juli 1857 alt. St. 3° Réaum.

Ich habe schliesslich noch zweier Gesteine zu erwähnen, die in diesem Bezirke vorkommen: *Dolomit* und *Porphyr*. Der Dolomit, immer quarzig, und bis 22 Procent Quarz enthaltend, ist feinkörnig, bisweilen auch dicht, weiss, roth, gelblich von Farbe, gefleckt, gestreift, breccienartig, in vielen Varietäten. Die dichten Arten, wie bei *Schaidoma*, enthalten Schwefelkieskrystalle, und gehn in Kalkthonschiefer über, wie z. B. zwischen *Tiwdia* und dem *Lishmo*see. Der Dolomit enthält keine organischen Reste, hat nie eine weite Verbreitung, sondern bildet unbedeutende, inselartig auftauchende Felsentblössungen. Bei *Tiwdia*, am nördlichen Ende des Sandalsees, geht er in einer 84 Fuss hohen, senkrechten Felswand, am rechten Ufer des Flüsschens zu Tage. Diese $\frac{1}{4}$ Werst = 125 Sashen lange Masse heisst *Belaja Gora*, der weisse Berg, und liefert das Material zu den Arbeiten der Tiwdiaschen Marmorschleiferei.

Auch östlich von *Tiwdia* und auf den Inseln des Lishmosees ist der Dolomit entwickelt. Wir haben ihn auch am Nordende dieses Sees und bei *Schaidoma*, ferner bei Kusaranda am Ostufer der Saoneshje und dann bei dem Dorfe *Pälma*, am Ostufer des Onegasees angetroffen, und auf den *Olenji*-Inseln (Olenji-Ostrowa), welche am nördlichen Ufer

der Insel *Klimezkoi* liegen. Er scheint ausschliesslich dem Diorit-Thonschieferbezirke anzugehören, und mit beiden Felsarten in gewisser Beziehung zu stehn, denn auch am Ostufer des Onega, wo Granite vorherrschen, tritt er nur da auf, wo auch Diorit erscheint, wie bei *Pälma.* Ich habe in diesem Bezirke selbst nie wahre Porphyre angetroffen. Herr von Koschkull aber, welcher das Land zwischen Petrosawodsk und den Seen *Säm* und *Sodd* untersuchte, beobachtete westlich vom *Uksch*see einen langen, breiten Streifen eines Porphyrs mit dichter, grünlichgrauer, dunkler Grundmasse, in welcher mehrere Linien lange, weissliche Krystalle eines Feldspathminerals stecken. Da die Spaltungsflächen der Krystalle ohne Glanz sind, so konnte das Reflexionsgoniometer den Winkel nicht angeben. Die chemische Analyse wird zeigen ob die Krystalle Orthoklas oder Albit sind.

Der vierte Bezirk liegt im Westen und Nordwesten vom vorhergehenden; nach Norden haben wir ihn bis an den *Seg*see, nach Westen bis *Jangoserskoi* und *Lindoserskoi* verfolgt, und bis an die Seen *Säm* und *Sodd*, durch welchen letzteren die *Schuja* fliesst. Er besteht wesentlich aus krystallinischen Schiefern, demnächst aus Granit und einzelnen kleineren Dioritpartieen. Die krystallinischen Schiefergesteine sind hier folgende: Talkschiefer, Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Eisenglimmerschiefer, Itakolumit, Quarzsandstein, Epidotgestein. Die Epidothaltigen Gesteine sind hier so mannigfach und so weit verbreitet, dass sie ein Hauptgestein der Gegend bilden. Ich werde sie in meiner Beschreibung des Olonezer Reviers alle genauer karakterisiren; hier genüge es zu sagen, dass sie bald ein Gemenge von Quarz und Epidot (Epidosit), bald ein Gemenge von Strahlstein, Hornblende, Quarz, Epidot und Albit darstellen. Sie sind immer durch ihre pistaziengrüne Farbe zu erkennen. Diese Schiefer wechseln mannigfach mit einander und mit dem Quarzsandstein.

So kann man bei dem Dorfe *Masselga*, am Segsee, einen sehr regelmässigen Wechsel von Chloritschiefer und Epidotgestein sehen, bei *Padanskoi* an demselben See, einen Wechsel von Quarzsandstein mit Epidotgestein; und über beide Gesteine hat sich, am Nordufer der Bucht von *Padanskoi*, Diorit ergossen, eine hohe Bergkuppe bildend. Solche Dioritdecken scheinen aber in diesem Schieferbezirke selten zu sein; am bedeutendsten sahen wir sie am *Jang*osee, wo sie ebenfalls krystallinische Schiefer zu Trägern haben. Weit häufiger und bedeutendere Räume einnehmend, als der Diorit, ist der Granit dieses Bezirks, der allein oder im Vereine mit Gneis (ganz wie in dem benachbarten Finnland) bedeutende Bergzüge bildet, wie z. B. von *Semtschosero* bis *Swätnawolok*, und bei *Jewgary* am Südufer des Segsee's. Der Granit pflegt grobkörnig, von weisslicher oder fleischrother Farbe, seltener grau zu sein. Eine sehr merkwürdige Varietät desselben ist die graue Granitbreccie von Swätnawolok, deren bereits oben erwähnt wurde.

Ich kann mich nicht erinnern, in Westeuropa, in Schweden und Norwegen, am Ural oder Altai solchen Granit gesehen zu haben, und werde in meiner geologischen Beschreibung des Olonezer Reviers auf dieses Gestein ausführlicher zurückkommen, da es besonderer Beachtung werth ist. Es setzt den ganzen Bergrücken zusammen, auf welchem die bei-

den *Swätnawolok* genannten Dörfer liegen. Am Fusse der Höhe, dicht am Ufer des *Paljo*-see's tritt aber Diorit auf.

In diesem vierten Bezirke hat im vorigen Jahrhundert der beträchtlichste Bergbau statt gefunden; in ihm liegt die *Woizkische* Goldgrube, nördlich vom *Wyg*see, die Kupfergruben *Woronow Bor* und *Nergubskoi* oder *Nertnawolozkoi;* in ihm befinden sich die vielen Anbrüche auf Eisenglanz, bei *Koikara* an der Ssuna, bei *Perguba*, und an manchen andern Orten. Und in eben diesem Bezirke hat man zu verschiedenen Zeiten, besonders in der Umgebung der aufgelassenen *Woizker* Grube, nach Waschgold gesucht, aber stets ohne günstigen Erfolg. Man wurde zu diesen Schürfexpeditionen dadurch veranlasst, dass die Goldseifen des Ural auf ähnlichen Gesteinen liegen, wie die unsers vierten Bezirks, auf Chloritschiefer, Talkschiefer, Thonschiefer, Quarzit, Diorit mit Quarzgängen. Am Ural hat man Gold bis jetzt gefunden: im Chloritschiefer, Serpentin, Diorit, Gangquarz und im Beresit, wo dieser die Goldhaltigen Quarzgänge von Beresowskoi berührt. Der Chloritschiefer des Olonezer Reviers hat aber ein ganz anderes Ansehn, als der Uralsche; er ist äusserst kleinschuppig, geht nicht selten in ein dichtes Gestein über, und ist nie mit Serpentin verwachsen, wie das Hofmann am Ural beobachtet hat; ja ein eigentlicher Serpentin ist mir im Olonezschen nie vorgekommen. Der Diorit des Onegagebiets scheint mir auch ein anderer zu sein, wenigstens ganz anders gelagert als am Ural, und der Quarz in demselben ist immer ein fetter, kompakter, hier und da von Eisenglanztrümern durchsetzter. Es ist nie der poröse von Schwefelkies und Bleiverbindungen durchdrungene Quarz des Ural. Der Beresit fehlt im Onegagebiete ganz, und somit hätten wir hier eigentlich keine einzige von den Gesteinsarten, welche am Ural Gold enthalten und durch ihr Zerfallen das Material zur Bildung von Goldseifen hergeben konnten.

Wo man im Olonezschen bisher auf Gold geschürft hat, erhielt man beim Verwaschen des Schuttbodens immer Schlich, jenen feinen schwarzen Sand aus Magneteisen und Titaneisen, auch wohl Spuren von Gold in der Umgebung von Woizk, aber nie eine bauwürdige Seife. Dennoch wiederholen sich die Versuche von Zeit zu Zeit, unerachtet dessen, dass die ausserordentliche Mächtigkeit des Diluviums und die vielen erratischen Blöcke das Durchschlagen der Schürfe bis auf das anstehende Gestein zu einer äusserst mühseligen, kostbaren Arbeit machen.

Im benachbarten Finnland sind die Goldsucher nicht glücklicher gewesen. Ein trefflicher Kenner der Uralschen Goldseifen. Grigori Fedotowitsch Sotow, der viele Jahre lang im Exil in Finnland lebte, hat sich daselbst viel bemüht Goldseifen zu entdecken, aber immer fruchtlos. Da nun auch die im Berge vorkommenden Eisenerze des vierten Bezirks sich nirgends als bauwürdig ausgewiesen haben, so wären es nur die, auf Sandsteinlagern brechenden Kupfererze, namentlich das Lager von *Woronow Bor*, das einiger Beachtnng werth sein könnte.

Es genüge hier der hauptsächlichsten Vorkommnisse von Eisenerz im vierten Bezirke zu erwähnen, um den Ausspruch über ihre Unwichtigkeit zu rechtfertigen.

Bei dem Dorfe *Koikara*, an der Ssuna, war 1855 durch den Capitain Iwanow ein Versuchsbau auf Eisenglanz gemacht worden. Er hatte ein bis 7 Fuss mächtiges Lager talkigen Chloritschiefers aufgeschlossen, der ganz von Eisenglanzschüppchen durchdrungen ist. In diesem Lager verlaufen nach verschiedenen Richtungen dünne Adern und Trümer zum Theil krystallinisch-blättrigen, zum Theil mehr dichten Eisenglanzes. Nur die ansehnlichste von allen Adern, die unten 6 Zoll dick ist, erreicht oben, d. h. am Rande des 21 Fuss tiefen Tagebaues, eine Mächtigkeit von $17\frac{1}{2}$ Zoll. Die Gesammtmächtigkeit aller dieser Adern ist zu gering, um einen lohnenden Bau auf dieses, sonst so reiche Erz zu treiben. Es könnte aber wohl geschehen, dass man hier oder sonst wo in diesem Bezirke, bei fleissigem Nachsuchen auf geologischen Excursionen auf Lager reinen Eisenglimmerschiefers stiesse, die vielleicht bauwürdig wären.

Auf der Halbinsel *Nertnawolok* bei *Perguba* sah ich mehrere alte Schürfe auf Quarzgängen, welche nahe bei einander, fast parallel unter einander hora 7 bis 8 streichen und in den hier herrschenden, Epidothaltigen Gesteinen aufsetzen In diesen Quarzgängen, die 9 bis 20 Zoll mächtig sind, erscheinen Eisenglanzadern 1 bis 3 Zoll mächtig, also vollkommen bedeutungslos.

Auch Magneteisenstein kommt in diesem Bezirke vor; ich erwähnte seiner pag. 27 bei dem Dorfe *Koikara*, wo er im Diorite in isolirten Nestern vorkommt, die zu gering sind um abgebaut zu werden.

Bei *Jangosero*, am *Hulgo*see, hatte Iwanow 1855 auf Magneteisenstein geschürft; das Erz kommt hier zum Theil im Diorit eingesprengt, zum Theil gangartig in Diorit, aber in letzterem Falle reichlich mit Eisenkies gemengt vor, und erwies sich ebenfalls als nicht bauwürdig.

Nach allen früheren und nach meinen eigenen Erfahrungen muss ich glauben, dass man im Olonezer Revier keine bauwürdigen Lagerstätten von Eisenerzen im Berge auffinden werde. Aber nach Sumpferzen und Seeerzen sollte man fleissiger suchen, als bisher geschehen ist.

Fünfter Bezirk. Der fünfte Bezirk, der, wie der erste und ein grosser Theil des vierten, nicht mehr zum Olonezer Bergrevier gehört, besteht vorherrschend aus Granit. Nur seine westliche Grenze ist uns einigermassen bekannt; sie verläuft längs einer Linie, welche man vom Westufer des *Wyg*sees nach dem nördlichen Ende der Bucht von *Powenez* zieht, und folgt von hier an dem Ostufer des Onega, bis südlich von *Bessow Noss* aller Granit unter lockerem Sande verschwindet, und nun auch nicht mehr zum Vorschein kommt.

Wenn er auch nicht überall an diesem Ufer zu Tage geht — er fehlt z. B. zwischen *Powenez* und *Peschtschanskaia* — so kann man ihn in einiger Entfernung vom Ufer auf den Höhen immer wiederfinden.

Die östlichsten Punkte, an denen man ihn, meines Wissens, gesehn hat, sind die Gegend des Dorfes *Bolbina* an der *Wodla*, und der Fluss *Wyg*

Vorherrschend ist ein fleischrother oder auch weisslicher, ziemlich grobkörniger

Granit. An solchem fleischrothen Granit kann man bei *Schalskoi Pogost* an der *Wodla* eine concentrisch-schalige Struktur so deutlich beobachten, wie ich mich nicht erinnere sie anderswo in der Natur oder in Abbildungen gesehen zu haben. Auch an den schönen Schären, zwischen der Mündung der *Wodla* und *Bessow Noss*, kann man diese Struktur vortrefflich beobachten. Die oberste Schale aller dieser hochgewölbten elliptisch gestalteten Granithügel ist immer an einigen Stellen sehr regelmässig in grosse rectangulaire Blöcke zerklüftet, die, wenn sie nahe am Onegaufer liegen, durch herandrängendes Eis im Frühling geschoben und in die abentheuerlichsten Lagen versetzt werden, ganz eben so wie es an den durch Gletscher geschobenen Steinblöcken in Endmorainen geschieht. Es war unerwartet, hier am Ostufer Diorit, Dolomit und Sandstein wiederzufinden; ich erwähnte dieses Vorkommens bereits früher bei dem Dorfe *Pälma* und füge hier noch hinzu, dass wir in dem Diorite, namentlich da, wo er im Contact mit dem Dolomit ist, Imprägnationen von feinkörnigem Eisenglanz, mit bedeutenden Anflügen von Malachit und Kupferblau auf den Kluftflächen sahen. Die Menge des Eisenglanzes ist so bedeutend, dass ich bei meiner Ankunft in Petrosawodsk den Oberst Völkner auf das Vorkommen aufmerksam machte, das denn auch von dem Lieutenant Obodowsky genauer untersucht, aber nicht bauwürdig befunden ward. Dem Eisenglanz ist immer etwas Magnetkies eingesprengt.

In demselben Jahre, 1859, kurze Zeit nachdem wir in Pälma gewesen waren, entdeckte der Bergofficier Anossow, der für die Rechnung der Herren Popow im Olonezschen Gouvernement Erze suchte, ein Vorkommen von Magneteisenstein im Diorit, unweit des Dorfes Pudoshgora, im Kreise Powenez. Dieses Vorkommen ist auch noch nicht näher untersucht worden.


Mém. de l'A

GEOLOGISCHE KARTE

des

OLONEZER BERGREVIERS

von

G. v. Helmersen.

1860.

Im Masstabe von 20 Werst im englischen Zoll

Dewonisch.

Bergkalk.

Diorit, Ssolomensche Breccie, Diabas.

Thonschiefer.

Quarzsandstein.

Granit.

Porphyr.

Dolomit.

Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Itakolumit, Epidotgestein.

Anschwemmungen.

Lith. v. A. Münster

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome III, N° 7.

ÜBER

DEN RUSSISCHEN EPIDOT UND ORTHIT.

Von

N. v. Kokscharow,
Mitgliede der Akademie.

Mit 5 Tafeln.

Gelesen am 31. August 1860.

St. PETERSBURG, 1860.
Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 95 Kop. = 1 Thlr. 2 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
K. Vesselofski, beständiger Secretär.
Im November 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

ÜBER

DEN RUSSISCHEN EPIDOT UND ORTHIT.

Von

N. v. Kokscharow.

I. EPIDOT.

In Russland kommen drei Varietäten des Epidots vor, nämlich: Pistazit, Puschkinit und Bucklandit.

Wenn man für die Grundform des Epidots eine monoklinoëdrische Pyramide annimmt, deren Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1{,}14234 : 1 : 0{,}63262$$

und deren Klinodiagonalaxe b zur Verticalaxe a unter dem Winkel $\gamma = 64° \, 36' \, 0''$ geneigt ist[1]), so können alle Formen der drei oben erwähnten Varietäten des russischen Epidots folgendermaassen ausgedrückt werden:

Pyramiden.

a) Positive Hemipyramiden.

In den Figuren.	Nach Weiss.	Nach Naumann.
ρ	$+(\frac{1}{3}a : b : c)$	$+\frac{1}{3}P$
n	$+(a : b : c)$	$+P$
q	$+(a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c)$	$+2P$
α	$+(\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c)$	$+P2$
y	$+(a : \frac{1}{2}b : c)$	$+2P2$

b) Negative Hemipyramiden.

In den Figuren.	Nach Weiss.	Nach Naumann.
ε	$-(\frac{1}{3}a : b : c)$	$-\frac{1}{3}P$
v	$-(\frac{1}{2}a : b : c)$	$-\frac{1}{2}P$
d	$-(a : b : c)$	$-P$
w	$-(a : \frac{1}{2}b : c)$	$-2P2$

---

1) Diese Axenverhältnisse sind aus folgenden durch Messung erhaltenen Winkeln berechnet:

$M : T = 115° \, 24' \, 0''$
$T : r = 128° \, 18' \, 0''$
$z : z = 109° \, 59' \, 30''$

wobei die Fläche M als basisches Pinakoid, d. h. $M = oP$; die Flächen z als Hauptprisma, d. h. $z = \infty P$; die Fläche r als positives Hemidoma, d. h. $r = +P\infty$ und die Fläche T als Orthopinakoid, d. h. $T = \infty P \infty$ angenommen sind.

Orthodomen.

a) Positive Hemidomen.

In den Figuren.	Nach Weiss.	Nach Naumann.
i	$+(\frac{1}{2}a : b : \infty c)$	$+\frac{1}{2}P\infty$
r	$+(a : b : \infty c)$	$+P\infty$
β	$+(a : \frac{3}{4}b : \infty c)$	$+\frac{4}{3}P\infty$
l	$+(a : \frac{1}{2}b : \infty c)$	$+2P\infty$
f	$+(a : \frac{1}{3}b : \infty c)$	$+3P\infty$

b) Negative Hemidomen.

m	$-(\frac{1}{2}a : b : \infty c)$	$-\frac{1}{2}P\infty$
e	$-(a : b : \infty c)$	$-P\infty$
h	$-(a : \frac{1}{2}b : \infty c)$	$-2P\infty$
g	$-(a : \frac{1}{3}b : \infty c)$	$-3P\infty$

Klinodomen.

γ	$(\frac{1}{3}a : \infty b : c)$	$(\frac{1}{3}P\infty)$
k	$(\frac{1}{2}a : \infty b : c)$	$(\frac{1}{2}P\infty)$
o	$(a : \infty b : c)$	$(P\infty)$

Prismen.

z	$(\infty a : b : c)$	∞P
t	$(\infty a : \frac{2}{3}b : c)$	$\infty P\frac{3}{2}$
u	$(\infty a : \frac{1}{2}b : c)$	$\infty P2$

Pinakoide.

M	$(a : \infty b : \infty c)$	oP
T	$(\infty a : b : \infty c)$	$\infty P\infty$
P	$(\infty a : \infty b : c)$	$(\infty P\infty)$

Unter diesen Formen sind die monoklinoëdrischen Hemipyramiden $\rho = +\frac{1}{3}P$, $v = -\frac{1}{2}P$, $w = -2P2$, die Hemidomen $\beta = +\frac{4}{3}P\infty$, $m = -\frac{1}{2}P\infty$, $g = -3P\infty$, das Klinodoma $\gamma = (\frac{1}{3}P\infty)$ und das Prisma $t = \infty P\frac{3}{2}$ für das Mineral ganz neu [1]).

Die wichtigsten Combinationen der oben angeführten Formen der russischen Epidotkrystalle sind auf den beigefügten Tafeln I, II und III in schiefer und horizontaler Projection dargestellt, nämlich:

Fig. 1 und 1 bis) $+P. -\frac{1}{3}P$ [2]). $-P. -2P2. +P\infty. +2P\infty. -P\infty. -2P\infty. -3P\infty. (\frac{1}{2}P\infty)$.
n ε d w r l e h g k

$(P\infty). \infty P. oP. \infty P\infty$.
o z M T

1) Wenn man zu diesen letzteren Formen noch die Hemipyramide $c = +3P3$ hinzufügt, die ich an den Epidotkrystallen vom Zillerthal bestimmt habe, so wird die schon an und für sich zahlreiche Reihe der Epidotformen noch durch 9 neue Formen vermehrt.

2) Auf Fig. 1 und 1 bis, Taf. I, ist diese Form ε irriger Weise durch s bezeichnet worden.

Fig. 2 und 2 bis)	+P.	+2P.	—$\frac{1}{3}$P.	—$\frac{1}{2}$P.	—P.	—2P2.	+P∞.	+2P∞.	—P∞.	($\frac{1}{2}$P∞).	(P∞).	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	q	ε	v	d	w	r	l	e	k	o	z	M	T

Fig. 3 und 3 bis)	+P.	+P∞.	+2P∞.	—P∞.	(P∞).	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	r	l	e	o	z	M	T

Fig. 4 und 4 bis)	+P.	+2P.	+P∞.	+2P∞.	—P∞.	(P∞).	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	q	r	l	e	o	z	M	T

Fig. 5 und 5 bis)	+P∞.	—P∞.	(P∞).	∞P.	∞P∞.
	r	e	o	z	T

Fig. 6 und 6 bis)	+P.	+P∞.	oP.	∞P∞.
	n	r	M	T

Fig. 7 und 7 bis)	+P.	—P.	+$\frac{1}{2}$P∞.	+P∞.	($\frac{1}{3}$P∞).	($\frac{1}{2}$P∞).	∞P2.	oP.	∞P∞.	(∞P∞).
	n	d	i	r	γ	k	u	M	T	P

Fig. 8 und 8 bis)	+$\frac{1}{3}$P.	+P.	—P.	+P∞.	—P∞.	($\frac{1}{3}$P∞).	($\frac{1}{2}$P∞).	(P∞).	∞P2.	oP.	∞P∞.	(∞P∞).
	ρ	n	d	r	e	γ	k	o	u	M	T	P

Fig. 9 und 9 bis)	+P.	($\frac{1}{2}$P∞).	(P∞).	∞P.	oP.
	n	k	o	z	M

Fig. 10 und 10 bis)	+P.	+2P.	+P∞.	(P∞).	∞P.
	n	q	r	o	z

Fig. 11 und 11 bis)	+P.	(P∞).	∞P.
	n	o	z

Fig. 12 und 12 bis)	+P.	+2P.	+2P2.	—P.	+P∞.	(P∞).	∞P.
	n	q	y	d	r	o	z

Zwillingskrystalle.

Fig. 13 und 13 bis)	+P.	+2P.	+P∞.	+2P∞.	—P∞.	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	q	r	l	e	z	M	T

Fig. 14 und 14 bis)	+P.	+P∞.	+$\frac{4}{3}$P∞.	+2P∞.	—P∞.	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	r	β	l	e	z	M	T

Fig. 15 und 15 bis)	+P.	+2P.	+P∞.	+2P∞.	(P∞).	∞P.	oP.	∞P∞.
	n	q	r	l	o	z	M	T

Fig. 16 und 16 bis)	+P.	+P∞.	($\frac{1}{2}$P∞).	∞P2.	oP.	∞P∞.	(∞P∞).
	n	r	k	u	M	T	P

Fig. 17 und 17 bis) $+P.\ +P\infty.\ +2P\infty.\ \infty P.\ oP.\ \infty P\infty.$
n r l z M T

Fig. 18 und 18 bis) $+P.\ +P\infty.\ +\frac{4}{3}P\infty.\ +2P\infty.\ +3P\infty.\ \infty P.\ oP.\ \infty P\infty.$
n r β l f z M T

1. Pistazit.

Der Pistazit findet sich in Russland: im Ural, Altai, im Nertschinsker Gebiet (Transbaikalien), im Gouvernement Olonetz und in Finnland.

Pistazit im Ural.

Im Ural ist der Pistazit an mehreren Orten bekannt. Im Slatouster Bergrevier begegnet man dem Mineral: in der Mineralgrube Achmatowsk, in der Umgegend der Eisenhütte Achtenskoi, in einem Höhenzuge zwischen den Flüssen Kussa und Schumnaja, in der Grube Poljakowsk (Kumatschinsker Berge), in der Umgegend des Tschernoje Sees (Ilmengebirge), und in der Umgegend der Grube Barsowskoi (bei der Hütte Kyschtimsk). Im Bergrevier Katharinenburg: in der Umgegend von Räschety. Im Bergrevier Bogoslowsk: in den Turiinsker Kupfergruben.

a) In der Mineralgrube Achmatowsk trifft man den schönsten Pistazit des ganzen Urals an. Er kommt hier in sehr gut ausgebildeten, sehr glänzenden und zu Drusen vereinigten Krystallen vor, die zusammen mit Diopsidkrystallen auf Klüften von Chloritschiefer aufgewachsen, und auch oft im weissen sehr spaltbaren Kalkspath eingewachsen sind, denn von diesem letzteren sind bisweilen die erwähnten Klüfte und Höhlungen von Chloritschiefer vollkommen erfüllt. Die Grösse der Krystalle ist verschieden und oft ziemlich bedeutend; sie variiren von der Grösse eines Stecknadelkopfes bis 4 Centimeter im grössten Durchmesser. Die Farbe der hiesigen Pistazitkrystalle ist schön pistaziengrün. Die grossen Krystalle sind durchscheinend, die kleinen aber halb durchsichtig oder ganz durchsichtig. Einige Krystalle sind einfache, andere dagegen Zwillinge, in welchen die Zwillingsebne die Fläche der weniger vollkommenen Spaltbarkeit ist, d. h. $T = \infty P\infty$. Die wichtigsten Combinationen der einfachen Krystalle sind auf Fig. 1 [1]), 2, 3 und 4, und die Zwillingskrystalle auf Fig. 13, 14, 15, 17 und 18 in schiefer und horizontaler Projection dargestellt. Die Combinationen der Figuren 1 und 2 gehören zu den seltensten, die andern aber kommen ziemlich häufig vor. Da die Figuren deutlich genug sind, um einen vollkommenen Begriff über das Aussehen der Krystalle zu geben, so wäre die specielle Beschreibung einer jeden Combination in's Besondere überflüssig. Ich werde bloss bemerken, dass an einigen Krystallen ausser den Formen, die auf den oben erwähnten Figuren gezeichnet sind, sich noch die Formen $m = -\frac{1}{2}P\infty$, $t = \infty P\frac{3}{2}$, $u = \infty P2$ und

1) Auf Fig. 1 und 1 bis Taf. I ist die Hemipyramide $\varepsilon = -\frac{1}{3}P$ irriger Weise durch s bezeichnet.

$\alpha = +P2$ befinden. Die letzte Form wurde zuerst von Auerbach[1]) beschrieben. Die Flächen $u = \infty P2$ und $t = \infty P\frac{3}{2}$ bilden sehr schmale Abstumpfungen der Combinationskanten $\frac{z}{T}$ und kommen sehr selten vor. Was die Beschaffenheit der Flächen anbelangt, so sind dieselben im Allgemeinen sehr glänzend. Etwas weniger glänzen gewöhnlich die Flächen $q = +2P$ und $e = -P\infty$. Da die Zwillingskrystalle immer mit ihrem unteren Ende (an welchem sich der einspringende Winkel befindet) auf der Felsart aufgewachsen sind, so erscheint gewöhnlich bloss ihr oberes Ende vollkommen ausgebildet, woher man an den Exemplaren der Pistazitzwillinge von Achmatowsk den einspringenden Winkel fast niemals wahrnimmt.

Nach den Analysen zu urtheilen, welche am Pistazit von Achmatowsk angestellt worden sind, müssen sich mehrere Pistazitvarietäten in dieser Mineralgrube finden. Hermann beschreibt eine dieser Varietäten mit folgenden Worten:

«Dieser Pistazit ist ein sehr schönes Mineral, ausgezeichnet durch Glanz, Mannig- «faltigkeit und scharfe Ausprägung der Flächen, hohen Grad von Durchsichtigkeit und «schöne Farbe. Er ist gewöhnlich aufgewachsen auf Chloritschiefer, häufig auch einge- «wachsen in Kalkspath, u. s. w. Grasgrün. Spec. Gew. = 3,39»; und er giebt aus seinen zwei Analysen folgende Resultate[2]):

	a.	b.
Kieselsäure	36,87	37,38
Thonerde	18,72	18,25
Eisenoxyd	12,34	12,31
Eisenoxydul	2,20	2,20
Kalkerde	24,79	24,72
Talkerde	0,39	0,39
Natron	0,91	0,91
Wasser	0,59	0,59
Kohlensäure	1,61	1,61
Borsäure	geringe Menge.	
	98,42	98,36

Ueber zwei andere Pistazitvarietäten drückt sich Hermann[3]) folgendermaassen aus:

«Ich habe zwei Varietäten des grünen Epidots dieses Fundorts (Achmatowsk) unter- «sucht, nämlich: No. 1) In grossen tafelförmigen Krystallen mit vorwaltenden M Flächen. «Schwach an den Kanten durchscheinend. Graugrün. Spec. Gew. = 3,33. No. 2) In «stark durchscheinenden ölgrünen, tafelförmigen Krystallen von mittlerer Grösse, mit vor- «waltenden T Flächen. Spec. Gewicht = 3,34».

1) Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1845—1846. S. 202. Mir ist es noch nicht gelungen diese Form an den Epidotkrystallen von Achmatowsk zu beobachten.

2) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, 1848, Bd. XLIII, S. 94.

3) Idem, S. 88.

Nach Hermann's Analysen gab No. 1:

Kieselsäure	37,32
Thonerde	22,85
Eisenoxyd	11,56
Eisenoxydul	1,86
Kalkerde	22,03
Talkerde	0,77
Wasser	0,29
Kohlensäure	2,64
	99,32

No. 2 gab:

Kieselsäure	36,45
Thonerde	24,92
Eisenoxyd	9,54
Eisenoxydul	3,25
Kalkerde	22,45
Wasser	0,77
Kohlensäure	2,73
	100,11

Dieselbe Varietät hat auch Rammelsberg[1]) analysirt und folgendes erhalten: (Specifisches Gewicht = 3,485).

Kieselsäure	37,75
Thonerde	21,05
Eisenoxyd	11,41
Eisenoxydul	3,59
Kalkerde	22,38
Talkerde	1,15
Glühverlust	2,67
	100,00

In ganz letzter Zeit hat Hermann wieder eine Pistazitvarietät aus Achmatowsk analysirt. Er beschreibt dieselbe folgendermaassen[2]):

«Dieser Pistazit bestand aus grasgrünen Krystallen von kurz-säulenförmigem Habitus. «Es waren Zwillinge. Spec. Gewicht = 3,41. Die Analyse gab:

Kieselsäure	40,27
Thonerde	20,08
Eisenoxyd	14,22

1) C. F. Rammelsberg. Handbuch der Mineral-Chemie. Leipzig, 1860, S. 754.

2) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und G. Werther. 1859, Bd. LXXVIII, S. 301.

Eisenoxydul	2,39
Kalkerde	21,61
Talkerde	0,53
Manganoxydul	Spur
Glühverlust	0,16
	99,26

Endlich wurde im Laboratorium des Bergdepartements zu St. Petersburg eine nicht ganz reine, fast dichte, gelblichgrüne Pistazitvarietät analysirt und folgendes erhalten:

Kieselsäure	38,38
Thonerde	22,86
Eisenoxyd	16,89
Kalkerde	19,95
Talkerde	0,29
Kali	0,90
Natron	0,48
	99,75

b) In der Umgegend der Eisenhütte Achtenskoi bei Slatoust, nämlich 8 Werst östlich von der Eisengrube Achtenskoi, im Thale des Flusses Schumnaja, zwischen der Jurma und dem grossen Taganai, findet sich, nach Hermann's[1]) Beschreibung, der Pistazit in grossen prismatischen Krystallen mit den Flächen: M = oP, T = ∞P∞, r = +P∞, s = +$\frac{3}{2}$P∞ und l = +2P∞; auch in derben Massen mit stängliger Absonderung. Die Krystalle sind meistentheils an ihren Enden abgebrochen und in Milchquarz eingewachsen, der seinerseits in Granit vorkommt. Die Oberfläche der Krystalle ist gewöhnlich matt, doch begegnet man auch Exemplaren mit stark glänzender Oberfläche; letztere haben stets dunklere Farbe als erstere. Die matten Krystalle besitzen graugrüne und die glänzenden olivengrüne Farbe. Das specifische Gewicht hat Hermann = 3,43 gefunden und die chemische Zusammensetzung besteht nach ihm aus:

Kieselsäure	37,47
Thonerde	24,09
Eisenoxyd	10,60
Eisenoxydul	2,81
Kalkerde	22,19
Wasser	0,34
Kohlensäure	1,90
	99,40

1) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand. 1848, Bd. XLIII, S. 88.

c) In einem besonderen Höhenzuge zwischen den Flüssen Kussa und Schumnaja kommt, nach Gustav Rose[1]), der Pistazit feinkörnig und dicht in einem Gemenge mit Quarz vor.

d) In der Grube Poljakowsk (Kumatschinsker Berge) begegnet man dem Pistazit in ziemlich schönen, sehr glänzenden, pistaziengrünen Krystallen, die im Quarz eingewachsen sind. Die Combinationen, die diese Krystalle darbieten, sind auf Fig. 5 und 6 abgebildet.

e) In der Umgegend des Tschernoje Sees (Ilmengebirge), trifft man, nach Gustav Rose[2]), den grünen Pistazit derb und stänglig mit gelbem Feldspath verwachsen an. Auch nach Hermann's[3]) Beschreibung kommt der Pistazit bei dem Dorfe Burowa, 20 Werst südlich von Miask (Ilmengebirge) im Quarz eingewachsen vor. Er bildet bisweilen recht schöne Drusen, und seine Krystalle sind oft treppenförmig gruppirt. Mitunter sind einzelne Prismen in den Quarz eingewachsen; an anderen Stellen nimmt das Mineral eine derbe Beschaffenheit an, mit körniger und stängliger Absonderung. An den Krystallen hat Hermann folgende Formen bestimmt: $M = oP$, $T = \infty P \infty$, $r = +P\infty$, $n = +P$. Die Farbe der Krystalle ist schwärzlich-grün. Die derben Massen haben eine lichtere Farbe und sind licht pistaziengrün. Die Krystalle sind stark durchscheinend. Das spec. Gewicht hat Hermann = 3,35 bestimmt und für die chemische Zusammensetzung hat er folgendes gefunden:

Kieselsäure	36,87
Thonerde	18,13
Eisenoxyd	14,20
Eisenoxydul	4,60
Kalkerde	21,45
Talkerde	0,40
Natron	0,08
Borsäure	geringe Menge
Wasser	0,67
Kohlensäure	0,89
	97,29

f) In der Umgegend der Grube Barsowskoi (bei der Hütte Kyschtimsk) findet man, nach Gustav Rose[4]) den Pistazit in kleinen körnigen und stängligen Parthien mit Korund und Glimmer in Barsowit eingewachsen.

g) In der Umgegend von Räschety (Bergrevier Katharinenburg) kommt der Pistazit,

1) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin 1842, Bd. II, S. 116 und 491.

2) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin, 1842. Bd. II, S. 94 und 491.

3) Journal für praktische Chemie, von O. L. Erdmann und R. F. Marchand. 1848. Bd. XLIII, S. 91.

4) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin, 1842, Bd. II, S. 154 und 491.

nach Gustav Rose's[1]) Beschreibung, auf einem Quarzgange im Granit vor. Die Krystalle haben sehr glatte und glänzende Flächen.

h) In den Turiinsker Kupfergruben (Bergrevier Bogoslowsk) trifft man, nach einem Exemplare aus der Sammlung des Museums des Berg-Instituts zu St. Petersburg zu urtheilen, den Pistazit in flachen, lichtgrünen Krystallen, zusammen mit Granit, in Kalkspath eingewachsen an.

Pistazit im Altai.

Im Altai findet sich der Pistazit in der Grube Sirianowskoi (nach einem Exemplare zu urtheilen, welches ich von meinem Freunde v. Jeremeiew erhalten habe) in dünnen, glänzenden, grünen Krystallen, die büschelförmig gruppirt und auf krystallisirtem Quarz aufgewachsen sind.

Pistazit in Transbaikalien.

Der Pistazit kommt in Transbaikalien im Thale Koptschil vor, in der Nähe der Grube Kadainskoi (Bergrevier Nertschinsk). Man begegnet ihm hier in kleinen Krystallen und derb.

Pistazit im Gouvernement Olonetz.

Hier begegnet man dem Pistazit im Distrikt Powenetz. Er ist bisweilen krystallisirt und kommt zusammen mit Quarz in Kalkspath eingewachsen vor.

Pistazit in Finnland.

Der Pistazit kommt in Finnland nach A. v. Nordenskiöld's[2]) Beschreibung, in den Gruben Sillböle (Kirchspiel Helsinge), Stansviks (in der Nähe von Helsingfors), Lökholm (im Kirchspiel Pojo) Särkjärvi (in der Nähe von Orijärvi, im Kirchspiel Kisko) und an mehreren anderen Orten vor. Man begegnet ihm oft sehr schön krystallisirt und an den zwei ersten Orten haben die Krystalle bisweilen in ihrem Innern einen Kern von Orthit.

2. Puschkinit.

Diese schöne Pistazitvarietät findet sich auf der Westseite des Urals, in der Gegend von Werchneiwinsk, nördlich von Katharinenburg. Der Puschkinit wurde zuerst von v. Wagner (Professor zu Kasan) untersucht[3]), für eine eigenthümliche Species gehalten, und von ihm zu Ehren des wirklichen Geheimraths und Senators M. N. v. Mussin-Puschkin «Puschkinit genannt. A. v. Osersky[4]) war der erste, welcher durch eine gründliche

1) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Bd. I, S. 129 und Bd. II, S. 490.

2) A. Nordenskiöld. Beskrifning öfver de i Finnland funna Mineralier. Helsingfors, 1855. S. 105.

3) Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1841, pag. 112.

4) Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1842, S. 66.

Revision der Wagner'schen Analyse bewies, dass dieses Mineral nichts anderes als eine Pistazitvarietät sei. Bald darauf wies J. v. Auerbach[1]) die Identität des Puschkinits mit dem Pistazit krystallographisch nach. Da aber diese Pistazitvarietät sich besonders durch ihren schönen und starken Pleochroismus auszeichnet, so kann man für dieselbe (wie auch im Allgemeinen für einen jeden Pistazit mit so starkem Pleochroismus) mit allem Recht den Namen «Puschkinit» beibehalten.

Der Puschkinit kommt in losen Krystallen, wahrscheinlich im Sande der Goldseifen der oben genannten Localität vor. Die Krystalle haben ungefähr 15 bis 20 Millimeter in der Richtung der Orthodiagonalaxe und ungefähr 5 Millimeter in der Richtung der Klinodiagonalaxe, sie sind also wie die gewöhnlichen Pistazitkrystalle in der Richtung der ersteren Axe verlängert. Diese Krystalle sind meistentheils an beiden Enden der Orthodiagonalaxe abgebrochen, doch begegnet man bisweilen auch solchen, wo dies nicht der Fall ist, und alsdann bieten sie sehr complicirte Combinationen dar. Nach J. v. Auerbach's Beschreibung kommen nicht selten auch Zwillinge vor, nach dem gewöhnlichen Gesetze der Epidotzwillinge, d. h. wo die Zwillingsebene die Fläche des Orthopinakoids $T = \infty P \infty$ ist. Zwei ziemlich complicirte Combinationen von einfachen Krystallen, nach Exemplaren aus meiner Sammlung, sind auf Fig. 7 und 8 und eine Combination von einem Zwillingskrystalle, nach der Beschreibung von J. v. Auerbach, auf Fig. 16 dargestellt. Die Flächen, welche in der Zone der Orthodiagonalaxe liegen, sind gewöhnlich parallel der Kante $\frac{M}{T}$ gestreift, die anderen Flächen sind dagegen glatt und sehr glänzend. Alle Puschkinitkrystalle zeichnen sich durch ihren Pleochroismus aus: wenn man einen Krystall gegen das Licht hält, und zwar so, dass die Fläche $T = \infty P \infty$ gegen dasselbe gewandt ist, so erscheint er röthlich-braun, in allen anderen Richtungen dagegen lauchgrün. Bei reflectirtem Lichte ist die Farbe des Minerals dunkelolivengrün. Das specifische Gewicht ist nach Hermann = 3,43, nach A. v. Osersky = 3,551 und nach Wagner = 3,066[2]).

Nach der von Wagner vollzogenen Analyse besteht der Puschkinit aus:

Kieselsäure	38,885
Thonerde	18,850
Eisenoxyd, Eisenoxydul	16,340
Kalkerde	16,000
Talkerde	6,100
Manganoxydul	0,260
Natron	1,670
Lithion	0,460
	98,565

1) Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1845—1846, S. 204.

2) Diese letztere Untersuchung ist wahrscheinlich nicht mit gehöriger Schärfe ausgeführt worden.

Nach Hermann's Analyse besteht der Puschkinit aus:

Kieselsäure	37,47
Thonerde	18,64
Eisenoxyd	14,15
Eisenoxydul	2,56
Kalkerde	22,06
Natron mit geringer Menge Lithion	2,28
Borsäure	geringe Menge
Wasser	0,65
Kohlensäure	0,79
	98,60

3. Bucklandit.

Der Bucklandit findet sich in der Mineralgrube Achmatowsk. Er kommt hier in einzelnen in Kalkspath eingewachsenen Krystallen vor, in Begleitung von Granat, Diopsid und gelben Sphen. Kleine Granatkrystalle findet man bisweilen sogar im Innern der Bucklanditkrystalle. Die Grösse der Krystalle ist sehr verschieden, sie variirt von einigen Millimetern bis 3,5 Centimeter im grössten Durchmesser. Die Krystalle bieten ein ganz ungewöhnliches Ansehen dar, welches dadurch entsteht, dass die Flächen $T = \infty P \infty$, $M = oP$ und $r = +P\infty$, die gewöhnlich an den Epidotkrystallen ausgedehnt sind, hier als sehr schmale Abstumpfungsflächen erscheinen oder ganz verschwunden sind, was indessen am Besten aus den Figuren 9, 10, 11 und 12 zu ersehen ist. Ein solcher ungewöhnlicher Habitus der Bucklanditkrystalle von Achmatowsk war die Ursache, dass dieses Mineral lange Zeit hindurch am Ural für schwarzen Sphen gehalten wurde. Gustav Rose war der erste, der im Jahre 1842 den sogenannten schwarzen Sphen von Achmatowsk als eine Epidotvarietät erkannte, und die krystallographischen Verhältnisse derselben ausführlich beschrieb[1]). Später, nämlich im Jahre 1848, haben Hermann und Auerbach[2]) wiederum dasselbe Mineral ausführlich untersucht und sind zu demselben Resultat wie G. Rose gelangt. Diese Gelehrten haben auch einige ziemlich complicirte Combinationen von Bucklanditkrystallen beschrieben, wie z. B. eine solche, welche auf Fig. 12 dargestellt ist.

Die Krystallflächen sind bisweilen ziemlich glänzend, bisweilen matt. Das Mineral besitzt eine schwarze oder dunkelgrünlich-schwarze Farbe, Glasglanz, ziemlich deutliche Spaltbarkeit nach $M = oP$ und weniger deutliche nach $T = \infty P \infty$, und ist an den Kanten röthlich-braun durchscheinend. Das specifische Gewicht hat Hermann $= 3,51$, und für die chemische Zusammensetzung folgendes gefunden:

1) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin, 1842, Bd. II, S. 491.

2) Journal für praktische Chemie, von O. L. Erdmann und R. F. Marchand. 1848, Bd. XLIII, S. 96.

Kieselsäure	36,97
Thonerde	21,84
Eisenoxyd	10,19
Eisenoxydul	9,19
Kalkerde	21,14
Wasser	0,68
Kohlensäure	0,32
	100,33

Nach der Analyse von Rammelsberg [1]) besteht dasselbe Mineral aus:

Kieselsäure	38,27
Thonerde	21,25
Eisenoxyd	9,09
Eisenoxydul	5,57
Kalkerde	22,75
Talkerde	1,07
Wasser	2,00
	100,00

Winkel der Krystalle des russischen Epidots.

Wenn man das in der allgemeinen Charakteristik gegebene Axenverhältniss der Grundform a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262 und den Winkel, welcher die Klinodiagonalaxe b mit der Verticalaxe a bildet, $\gamma = 64° 36' 0''$ annimmt, so ergeben sich folgende Winkel:

ρ : M	= 142° 26′ 24″	n : l	= 121° 17′ 15″
ρ : T	= 87 23 6	n : n über P	= 109 34 52
ρ : P	= 121 0 30	n : o	= 146 6 28
ρ : n	= 142 21 39	n : d über o	= 118 56 32
ρ : γ	= 160 28 39	n : d über z	= 127 32 0
ρ : r	= 130 2 44	n : k	= 135 35 30
n : M	= 104 48 3	n : u	= 139 57 33
n : T	= 110 56 14	q : M	= 90 17 50
n : P	= 144 47 26	q : T	= 118 43 55
n : z über q	= 150 57 18	q : P	= 147 40 50
$n_1 : z_2$	= 117 39 37	q : z	= 165 27 31
n : q	= 165 29 47		
n : r	= 125 12 34		

1) C. F. Rammelsberg. Handbuch der Mineralchemie. Leipzig, 1860, S. 759.

α : M =	111°	11′	37″
α : T =	120	22	41
α : P =	125	19	11
y : M =	90	26	10
y : T =	134	51	49
y : P =	128	19	13
ε : M =	151	3	16
ε : T =	127	31	25
ε : P =	114	8	32
ε : v =	171	9	48
ε : d =	156	36	42
ε : e =	150	4	45
ε : k =	159	29	42
ε : z =	133	11	23
ε : n =	115	5	12
v : M =	142	13	4
v : T =	129	24	43
v : P =	121	10	54
v : d =	165	26	54
v : e =	146	44	35
v : o =	148	42	12
v : z =	142	1	35
d : M =	127	39	58
d : T =	130	7	14
d : P =	131	59	13
d : z =	156	34	41
d : d über P =	83	58	26
d : o =	152	50	4
d : w =	164	36	52
d : k =	153	40	52
d : u =	155	56	42
w : M =	126	58	3
w : T =	145	30	22
w : P =	119	41	52
w : e =	148	20	58
w : z =	151	28	22
w : o =	137	26	56
i : M =	145	39	7
i : T =	98°	56′	53″
i : P =	90	0	0
r : M =	116	18	0
r : T =	128	18	0
r : P =	90	0	0
r : z =	110	49	32
r : l =	154	15	21
r : o =	103	23	24
β : M =	104	8	33
β : T =	140	27	27
β : P =	90	0	0
β : r =	167	50	33
β : l =	166	24	48
l : M =	90	33	21
l : T =	154	2	39
l : P =	90	0	0
l : z =	121	2	57
l : f =	170	48	43
f : M =	81	22	4
f : T =	163	13	56
f : P =	90	0	0
m : M =	157	29	22
m : T =	137	54	38
m : P =	90	0	0
e : M =	145	17	41
e : T =	150	6	19
e : P =	90	0	0
e : z =	119	49	20
e : o =	115	26	49
e : r =	81	35	41
h : M =	133	48	43
h : T =	161	35	17
h : P =	90	0	0
h : e =	168	31	2
h : g =	174	46	23
g : M =	128	35	6
g : T =	166	48	54
g : P =	90	0	0
γ : M =	151	27	57

γ : T = 112° 8′ 16″	z : z über T = 70° 0′ 30″
γ : P = 118 32 3	z : z über P = 109 59 30
γ : k = 169 20 2	t : M = 108 6 0
γ : o = 150 2 41	t : T = 136 24 36
k : M = 140 47 59	t : P = 133 35 24
k : T = 109 24 52	u : M = 110 25 54
k : P = 129 12 1	u : T = 144 28 28
o : M = 121 30 38	u : P = 125 31 32
o : T = 102 57 18	u : u über T = 108 56 56
o : P = 148 29 22	u : u über P = 71 3 4
o : z = 145 47 4	u : z = 160 31 47
o : k = 160 42 39	M : T = 115 24 0
o : o über P = 116 58 44	M : P = 90 0 0
z : M = 104 14 39	T : P = 90 0 0
z : T = 125 0 15	
z : P = 144 59 45	

Die wichtigsten Winkel von allen bis jetzt bekannten Formen des Epidots.

Vorausgesetzt, dass eine jede monoklinoëdrische Pyramide aus zwei Hemipyramiden zusammengesetzt ist (nämlich aus einer positiven, deren Flächen über dem spitzen Winkel γ liegen und einer negativen, deren Flächen über dem stumpfen Winkel γ liegen) bezeichnen wir wie folgt.

In allen positiven Hemipyramiden durch:

X, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen a und b enthält (Winkel mit dem klinodiagonalen Hauptschnitt).

Y, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen a und c enthält (Winkel mit dem orthodiagonalen Hauptschnitt).

Z, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen b und c enthält (Winkel mit dem basischen Hauptschnitt).

μ, den Neigungswinkel der klinodiagonalen Polkante zur Verticalaxe a.

ν, den Neigungswinkel derselben Kante zur Klinodiagonalaxe b.

ρ, den Neigungswinkel der orthodiagonalen Polkante zur Verticalaxe a.

σ, den Neigungswinkel der Mittelkante zur Klinodiagonalaxe b.

γ, den Neigungswinkel der Klinodiagonalaxe b zur Verticalaxe a.

Die Winkel aller negativen Hemipyramiden werden wir mit denselben Buchstaben bezeichnen, nur zu denjenigen Winkeln, die einer Aenderung in ihrer Grösse unterworfen

sind, werden wir einen Accent hinzufügen. Auf diese Weise haben wir für die negativen Hemipyramiden: X′, Y′, Z′, μ, ν′.

Diese Bezeichnung für alle bekannten Formen des Epidots annehmend, d. h. für die, welche von v. Zepharovich in seiner gründlichen Arbeit über Epidot[1]) gegeben wurden, mit Hinzufügung der von mir neuerdings bestimmten, erhalten wir durch Rechnung folgende Werthe:

Für die positiven Hemipyramiden.

$+\frac{1}{4}$P.
X = 65° 58′ 13″
Y = 98 13 48
Z = 28 48 23
μ = 99° 1′ 2″
ν = 16 22 58
ρ = 65 42 15
σ = 32 19 6

ρ = $+\frac{1}{3}$P.
X = 58° 59′ 30″
Y = 92 36 54
Z = 37 33 36
μ = 93° 3′ 5″
ν = 22 20 55
ρ = 58 57 21
σ = 32 19 6

x = $+\frac{1}{2}$P.
X = 48° 16′ 16″
Y = 83 20 3
Z = 51 57 48
μ = 81° 3′ 7″
ν = 34 20 53
ρ = 47 55 21
σ = 32 19 6

n = +P.
X = 35° 12′ 34″
Y = 69 3 46
Z = 75 11 57
μ = 51° 42′ 0″
ν = 63 42 0
ρ = 28 58 39
σ = 32 19 6
γ = 64 36 0

q = +2P.
X = 32° 19′ 10″
Y = 61 16 5
Z = 89 42 10
μ = 25° 57′ 21″
ν = 89 26 39
ρ = 15 28 38
σ = 32 19 6

α = +P2.
X = 54° 40′ 49″
Y = 59 37 19
Z = 68 48 23
μ = 51° 42′ 0″
ν = 63 42 0
ρ = 47 55 21
σ = 51 40 42

+ $\frac{4}{3}$P2.
X = 52° 31′ 59″
Y = 52 15 39
Z = 78 49 4
μ = 39° 32′ 33″
ν = 75 51 27

1) V. Ritter von Zepharovich. Ueber die Krystallformen des Epidot. (Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, besonders abgedruckt. Bd. XXXIV, S. 480).

$\rho = 39°42'58''$
$\sigma = 51\ 40\ 42$

y = +2P2.
X = 51° 40′ 47″
Y = 45 8 11
Z = 89 33 50
$\mu = 25°57'21''$
$\nu = 89\ 26\ 39$
$\rho = 28\ 58\ 39$
$\sigma = 51\ 40\ 42$

+ $\frac{10}{3}P\frac{7}{3}$
X = 56° 19′ 34″
Y = 36 29 21
Z = 81 20 2
$\mu = 14°58'5''$
$\nu = 100\ 25\ 55$
$\rho = 21\ 11\ 21$
$\sigma = 55\ 53\ 3$

+ 2P3.
X = 62° 12′ 58″
Y = 37 18 1
Z = 89 30 30
$\mu = 25°57'21''$
$\nu = 89\ 26\ 39$
$\rho = 39\ 42\ 58$
$\sigma = 62\ 12\ 54$

c = +3P3.
X = 62° 29′ 0″
Y = 31 52 43
Z = 82 21 2
$\mu = 16°46'4''$
$\nu = 98\ 37\ 56$
$\rho = 28\ 58\ 39$
$\sigma = 62\ 12\ 54$

b = +($P\frac{3}{2}$).
X = 30° 32′ 48″
Y = 79 53 7
Z = 69 10 32
$\mu = 69°47'7''$
$\nu = 45\ 36\ 53$
$\rho = 28\ 58\ 39$
$\sigma = 22\ 52\ 3$

+ ($\frac{2}{3}$P2).
X = 39° 45′ 22″
Y = 88 2 57
Z = 53 44 15
$\mu = 93°3'5''$
$\nu = 22\ 20\ 55$
$\rho = 39\ 42\ 58$
$\sigma = 17\ 33\ 10$

a = +(P2).
X = 29° 16′ 33″
Y = 85 38 16
Z = 66 11 15
$\mu = 81°3'7''$
$\nu = 34\ 20\ 53$
$\rho = 28\ 58\ 39$
$\sigma = 17\ 33\ 10$

+ (2P2).
X = 19° 26′ 5″
Y = 78 5 57
Z = 81 31 20
$\mu = 51°42'0''$
$\nu = 63\ 42\ 0$
$\rho = 15\ 28\ 38$
$\sigma = 17\ 33\ 10$

+ (5P5).
X = 8° 2′ 0″
Y = 85 1 52
Z = 86 27 0
$\mu = 51°42'0''$
$\nu = 63\ 42\ 0$
$\rho = 6\ 19\ 13$
$\sigma = 7\ 12\ 40$

+ (6P6).
X = 6° 42′ 28″

Y = 85° 50′ 55″	ν = 63° 42′ 0″
Z = 87 2 0	ρ = 5 16 24
μ = 51° 42′ 0″	σ = 6 1 8

Für die negativen Hemipyramiden.

ε = —⅓P.	w = —2P2.
X′ = 65° 51′ 28″	X′ = 60° 18′ 8″
Y′ = 52 28 35	Y′ = 34 29 38
Z′ = 28 56 44	Z′ = 53 1 57
μ′ = 48° 7′ 41″	μ′ = 18° 24′ 43″
ν′ = 16 28 19	ν′ = 46 11 17
ρ = 58 57 22	ρ = 28 58 39
σ = 32 19 6	σ = 51 40 42
v = —½P.	— (3P$\frac{3}{2}$).
X′ = 58° 49′ 6″	X′ = 30° 18′ 15″
Y′ = 50 35 17	Y′ = 61 23 45
Z′ = 37 46 56	Z′ = 69 33 14
μ′ = 42° 5′ 22″	μ′ = 18° 24′ 44″
ν′ = 22 30 38	ν′ = 46 11 16
ρ = 47 55 21	ρ = 10 27 32
σ = 32 19 6	σ = 22 52 3
d = —P.	— (2P2).
X′ = 48° 0′ 47″	X′ = 29° 3′ 17″
Y′ = 49 52 46	Y′ = 65 6 2
Z′ = 52 20 2	Z′ = 66 28 8
μ′ = 29° 53′ 41″	μ′ = 29° 53′ 41″
ν′ = 34 42 19	ν′ = 34 42 19
ρ = 28 58 39	ρ = 15 28 38
σ = 32 19 6	σ = 17 33 10
— ⅔P2.	— (P4).
X′ = 70° 0′ 24″	X′ = 35° 13′ 32″
Y′ = 41 31 46	Y′ = 69 1 59
Z′ = 33 27 48	Z′ = 55 47 45
μ′ = 37° 11′ 27″	μ′ = 51° 39′ 24″
ν′ = 27 24 33	ν′ = 12 56 36
ρ = 58 57 22	ρ = 28 58 39
σ = 51 40 42	σ = 8 59 14

Für die positiven Hemidomen.

$+\frac{1}{4}P\infty$.
$Y = 99° \; 1' \; 2''$
$Z = 16 \; 22 \; 58$

$\sigma = +\frac{1}{3}P\infty$.
$Y = 93° \; 3' \; 5''$
$Z = 22 \; 20 \; 55$

$i = +\frac{1}{2}P\infty$.
$Y = 81° \; 3' \; 7''$
$Z = 34 \; 20 \; 53$

$s = +\frac{2}{3}P\infty$.
$Y = 69° 47' \; 7''$
$Z = 45 \; 36 \; 53$

$r = +P\infty$.
$Y = 51° 42' \; 0''$
$Z = 63 \; 42 \; 0$

$+\frac{7}{6}P\infty$.
$Y = 44° 59' \; 8''$
$Z = 70 \; 24 \; 52$

$\beta = +\frac{4}{3}P\infty$.
$Y = 39° 32' \; 33''$
$Z = 75 \; 51 \; 27$

$+\frac{3}{2}P\infty$.
$Y = 35° \; 6' \; 56''$
$Z = 80 \; 17 \; 4$

$+\frac{8}{5}P\infty$.
$Y = 32° 51' \; 14''$
$Z = 82 \; 32 \; 46$

$l = +2P\infty$.
$Y = 25° 57' \; 21''$
$Z = 89 \; 26 \; 39$

$f = +3P\infty$.
$Y = 16° 46' \; 4''$
$Z = 98 \; 37 \; 56$

Für die negativen Hemidomen.

$-\frac{1}{5}P\infty$.
$Y' = 53° 57' \; 17''$
$Z' = 10 \; 38 \; 43$

$m = -\frac{1}{2}P\infty$.
$Y' = 42° \; 5' \; 22''$
$Z' = 22 \; 30 \; 38$

$e = -P\infty$.
$Y' = 29° 53' \; 41''$
$Z' = 34 \; 42 \; 19$

$h = -2P\infty$.
$Y' = 18° 24' \; 43''$
$Z' = 46 \; 11 \; 17$

$g = -3P\infty$.
$Y' = 13° 11' \; 6''$
$Z' = 51 \; 24 \; 54$

Für die Klinodomen.

$\gamma = (\frac{1}{3}P\infty)$.
$X = 61° 27' \; 57''$
$Y = 112 \; 8 \; 16$
$Z = 28 \; 32 \; 3$

$k = (\frac{1}{2}P\infty)$.
$X = 50° 47' \; 59''$
$Y = 109 \; 24 \; 52$
$Z = 39 \; 12 \; 1$

$o = (P\infty)$.

$X = 31° 30' 38''$
$Y = 102\ 57\ 18$
$Z = 58\ 29\ 22$

Für die Prismen.

$z = \infty P$.
$X = 35° 0' 15''$
$Y = 54\ 59\ 45$

$u = \infty P2$.
$X = 54° 28' 28''$
$Y = 35\ 31\ 32$

$t = \infty P\frac{3}{2}$.
$X = 46° 24' 36''$
$Y = 43\ 35\ 24$

$(\infty P2)$.
$X = 19° 17' 53''$
$Y = 70\ 42\ 7$

$(\infty P5)$.
$X = 7° 58' 23''$
$Y = 82\ 1\ 37$

Resultate der Krystallmessungen des Epidots.

Ich habe mir die grösste Mühe gegeben, mir eine grosse Zahl von Epidotkrystallen, wo möglich aus verschiedenen Localitäten, zu verschaffen und dieselben zu messen, um vorzüglichst ins Klare zu bringen: in welchem Verhältnisse die Winkel der Krystalle aus einer Localität zu denen aus einer anderen Localität stehen? So hat sich mir denn die Gelegenheit geboten, mehrere Epidotkrystalle zu messen, nämlich: a) die schönen Krystalle von Achmatowsk (Ural), b) die Puschkinitkrystalle von Werchneiwinsk (Ural), c) die grünen und bräunlich-grünen Krystalle vom Zillerthal (Tyrol) und d) die bekannten dunkeln Krystalle von Arendal (Norwegen). Die gemessenen Krystalle werde ich durch Nummern bezeichnen, und dabei für die Krystalle von jeder einzelnen Localität eine besondere Numeration annehmen (wie die gemessenen Krystalle in meiner Sammlung bezeichnet sind). Die Messungen wurden von mir mit Hilfe des Mitscherlich'schen Goniometers vollzogen, welches mit *einem* Fernrohre versehen war. Hier werden die Resultate von meinen Messungen folgen mit Hinzufügung (zur Vergleichung) der Resultate von Messungen bloss solcher Beobachter, welche hauptsächlich ihr Augenmerk auf die Genauigkeit der Winkelwerthe gerichtet haben, wie Haidinger, Kupffer, Marignac und v. Zepharovich. Aus diesem Grunde habe ich die älteren Messungen von Haüy, Levy und Phillips nicht in Betracht genommen.

Für M : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 1 = 115° 26′ 30″
No. 3 = 115 25 0
And. Kante = 115 24 40

No. 4	= 115° 22′ 10″
No. 8	= 115 25 0
And. Kante	= 115 22 0
No. 10	= 115 21 30
And. Kante	= 115 25 0
No. 12	= 115 25 0
No. 21	= 115 20 0
No. 25	= 115 21 0
Mittel	= 115 23 26

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 115° 23′ 50″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2	= 115° 28′ 0″
No. 4	= 115 24 10
No. 15	= 115 21 0
No. 17	= 115 24 30
And. Kante	= 115 24 30
No. 18	= 115 30 0
Mittel	= 115 25 22

Es ist also ersichtlich, dass dieser wichtigste Winkel der Epidotkrystalle aus drei verschiedenen Fundorten, als gleich betrachtet werden kann. Wenn wir die mittelste Zahl aus den oben angeführten 18 Messungen annehmen, so erhalten wir:

M : T = **115° 24′ 6″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 115° 24′ 0″.

Haidinger hat an Epidotkrystallen, deren Fundort er in seiner Abhandlung nicht anführt, durch Messung M : T = 115° 24′ 0″ erhalten.

Marignac seinerseits hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 115° 27′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 115° 32′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 115° 20′ 0″; also im Mittel = 115° 26′ 20″.

Endlich v. Zepharovich hat, am Krystall von Zermatt (Schweiz)[1]), diesen Winkel durch Messung = 115° 42′ 0″ gefunden.

Für n : M.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 12 = 104° 52′ 20″

1) v. Zepharovich ist nicht ganz überzeugt, sondern vermuthet bloss, dass der von ihm gemessene Krystall aus Zermatt stammt.

An Krystallen von Arendal.

No. 2	=	104° 44′ 0″
No. 3	=	104 47 0
Mittel	=	104 45 30

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 3	=	104° 48′ 30″
No. 4	=	104 49 10
No. 6	=	104 53 40
No. 8	=	104 47 0
No. 12	=	104 57 30
And. Kante	=	104 48 0
And. Kante	=	104 50 0
No. 15	=	104 51 45
And. Kante	=	104 49 0
And. Kante	=	104 40 0
And. Kante	=	104 53 0
No. 17	=	104 48 20
Mittel	=	104 49 40

Die mittelste Zahl aus allen 15 Messungen beträgt:

n : M = **104° 49′ 13″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 104° 48′ 3″.

Kupffer hat, an Epidotkrystallen von Norwegen und Sibirien, durch Messung:

n : M	=	104° 49′ 48″
	=	104 48 0
Mittel	=	104 48 54

erhalten.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 104° 40′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 104° 46′ 0″ und am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 104° 52′ 0″; also im Mittel = 104° 46′ 0″.

v. Zepharovich hat, am Krystall von Zermatt (Schweiz), diesen Winkel durch Messung = 104° 40′ 0″ gefunden.

Für n : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 12	=	110° 54′ 0″
And. Kante	=	110 54 10

No. 14 =	111° 0′ 0″
And. Kante =	110 57 30
Mittel =	110 56 25

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 110° 54′ 15″

Die mittelste Zahl aus allen Messungen beträgt:

n : T = **110° 55′ 59″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 110° 56′ 14″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 110° 55′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 111° 0′ 0″; also im Mittel = 110° 57′ 30″.

v. Zepharovich hat, am Krystall von Zermatt (Schweiz), diesen Winkel durch Messung = 110° 43′ 30″ gefunden.

Für n : n (über P).

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 =	109° 37′ 0″
No. 3 =	109 32 10
No. 7 =	109 37 50
No. 9 =	109 40 30
No. 10 =	109 40 0
No. 12 =	109 42 30
No. 15 =	109 40 0
Mittel =	**109 38 34**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 109° 34′ 52″.

Haidinger hat diesen Winkel durch Messung = 109° 27′ 0″ gefunden.

Kupffer hat diesen Winkel, an Krystallen von Norwegen und Sibirien, durch Messung = 109° 20′ 18″ und 109° 19′ 30″ gefunden; also im Mittel = 109° 19′ 54″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 110° 0′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 109° 52′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 109° 40′ 0″; also im Mittel = 109° 50′ 40″.

Für n : z (über q).

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 5 =	151° 0′ 0″
No. 11 =	151 7 20
No. 12 =	150 57 10
Mittel =	151 1 30

An Krystallen von Arendal.

No. 2 = 151° 6′ 0″
No. 3 = 150 55 0
Mittel = 151 0 30

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 = 150° 55′ 50″
No. 3 = 151 0 40
No. 7 = 150 53 30
No. 10 = 150 58 0
No. 12 = 150 57 50
And. Kante = 150 57 10
No. 15 = 150 57 0
And. Kante = 150 51 0
No. 19 = 150 59 0
Mittel = 150 56 40

Die mittelste Zahl aus allen 14 Messungen beträgt:

$$n : z = \mathbf{150° \; 58' \; 15''}$$

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 150° 57′ 18″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 151° 0′ 0″ gefunden.

Für $n_1 : z_2$.
(d. h. das hintere n zum vorderen z).

Am Krystall von Arendal.

No. 2 = 117° 36′ 0″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 = 117° 42′ 40″
No. 12 = 117 45 50
And. Kante = 117 46 10
Mittel = 117 44 53

Die mittelste Zahl aus allen 4 Messungen beträgt:

$$n_1 : z_2 = \mathbf{117° \; 42' \; 40''}$$

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 117° 39′ 37″.

Für n : o.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 12 = 146° 8′ 0″

And. Kante = 146° 7′ 30″
No. 14 = 146 3 40
Mittel = 146 6 23

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 146° 5′ 50″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 1 = 146° 18′ 0″
No. 10 = 145 48 20
No. 12 = 146 14 30
No. 17 = 146 11 30
Mittel = 146 8 5

Die mittelste Zahl aus allen 8 Messungen beträgt:

n : o = **146° 7′ 10″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 146° 6′ 28″.

Für n : r.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 125° 13′ 30″
And. Kante = 125 11 10
And. Kante = 125 10 10
And. Kante = 125 12 30
Mittel = **125 11 50**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 125° 12′ 34″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 125° 0′ 0″ gefunden.

Für n : u.

Am Krystall von Werchneiwinsk. (Puschkinit).

No. 1 = **139° 58′ 20″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 139° 57′ 33″.

Für n : k.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 12 = **135° 36′ 30″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 135° 35′ 30″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel am Krystall von Zermatt (Schweiz) durch Messung = 135° 32′ 0″ gefunden.

Für r : M.

An Krystallen von Achmatowsk.

No.	3 =	116°	20′	0″
No.	4 =	116	18	40
No.	10 =	116	14	0
No.	22 =	116	19	30
No.	23 =	116	19	0
Mittel	=	116	18	14

Am Krystall von Arendal.

No. 5. = 116° 16′ 30″

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 17. = 116° 20′ 0″

Die mittelste Zahl aus allen 7 Messungen beträgt:

r : M = **116° 18′ 14″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 116° 18′ 0″.

Haidinger hat diesen Winkel durch Messung = 116° 17′ 0″ gefunden.

Kupffer hat diesen Winkel, an Krystallen von Norwegen und Sibirien, durch Messung = 116° 10′ 6″ erhalten.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz) durch Messung = 116° 15′ 24″ gefunden.

Für r : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No.	2 =	128°	16′	40″
No.	3 =	128	17	50
No.	4 =	128	20	0
No.	6 =	128	17	0
No.	8 =	128	20	0
And. Kante	=	128	20	0
No.	10 =	128	16	30
And. Kante	=	128	18	0
And. Kante	=	128	17	0
No.	12 =	128	16	50
No.	13 =	128	16	30
Mittel	=	**128**	**17**	**51**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 128° 18′ 0″.

Haidinger hat diesen Winkel durch Messung = 128° 19′ 0″ gefunden.

Kupffer hat diesen Winkel, an Krystallen von Norwegen und Sibirien, = 129° 22′ 0″ erhalten [1]).

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Dauphiné = 128° 30′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 128° 6′ 0″; also im Mittel = 128° 18′ 0″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 128° 7′ 0″ gefunden.

Für r : e.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 4 = **81° 36′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 81° 35′ 41″.

Für r : z.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 12 = **110° 52′ 20″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel 110° 49′ 32″.

Für r : l.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 26 = **154° 14′ 30″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 154° 15′ 21″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 154° 14′ 0″ gefunden.

Für z : z.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 3	=	109°	55′	0″
No. 4	=	110	0	30
No. 24	=	109	59	0
Mittel	=	109	58	10

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 109° 58′ 10″

1) Es ist wahrscheinlich, dass dieser Winkel, wegen Unvollkommenheit der gemessenen Krystalle, nicht richtig erhalten worden ist, weil die Verschiedenheit zu gross ist, nämlich ein Grad Unterschied.

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 =	110° 1′ 0″
No. 10 =	109 48 20
No. 12 =	110 2 50
No. 15 =	109 59 20
Mittel =	109 57 53

Die mittelste Zahl aus allen 8 Messungen beträgt:

$$z : z = \mathbf{109° 58' 1''}$$

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 109° 59′ 30″.

Marignac hat folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 110° 4′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 110° 0′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 110° 0′ 0″; also im Mittel = 110° 1′ 20″.

Für z : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 3 =	125° 4′ 40″
And. Kante =	125 2 30
No. 4 =	125 1 50
No. 12 =	125 2 0
No. 14 =	125 1 30
And. Kante =	125 1 30
Mittel =	125 2 20

Am Krystall von Arendal.

No. 3 =	125° 4′ 40″
And. Kante =	124 58 0
Mittel =	125 1 20

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 =	124° 59′ 30″
No. 10 =	125 2 30
And. Kante =	125 9 40
No. 15 =	125 0 30
And. Kante =	125 0 0
Mittel =	125 2 26

Die mittelste Zahl aus allen 13 Messungen beträgt:

$$z : T = \mathbf{125° 2' 13''}$$

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 125° 0′ 15″.

Für z : M.

An Krystallen von Arendal.

No. 2	= 104° 18′ 0″
No. 3	= 104 17 10
And. Kante	= 104 20 0
Mittel	= 104 18 23

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 12	= 104° 14′ 30″
And. Kante	= 104 14 30
No. 15	= 104 17 50
And. Kante	= 104 16 0
Mittel	= 104 15 43

Die mittelste Zahl aus allen 7 Messungen beträgt:

z : M = **104° 16′ 51″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 104° 14′ 39″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 104° 14′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 104° 19′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 104° 15′ 0″; also im Mittel = 104° 16′ 0″.

Für z : q.

Am Krystall von Arendal.

No. 2 = **165° 30′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 165° 27′ 31″.

Für d : M.

Am Krystall von Arendal.

No. 3	= 127° 43′ 30″
And. Kante	= 127 45 20
Mittel	= 127 44 25

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 12 = 127° 40′ 0″

Die mittelste Zahl aus allen 3 Messungen beträgt:

d : M = **127° 42′ 57″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 127° 39′ 58″.

Marignac hat für diesen Winkel durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 127° 40′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 127° 35′ 0″; also im Mittel = 127° 37′ 30″.

Für d : n (über o).

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 118° 55′ 0″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2	=	118°	56′	40″
No. 8	=	119	5	0
No. 12	=	119	0	0
Mittel	=	119	0	33

Die mittelste Zahl aus allen 4 Messungen beträgt:

d : n (über o) = **118° 59′ 10″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 118° 56′ 32″.

Für d : n (über z).

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 127° 29′ 0″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2	=	127°	32′	50″
No. 12	=	127	31	30
Mittel	=	127	32	10

Die mittelste Zahl aus allen 3 Messungen beträgt:

d : n (über z) = **127° 31′ 7″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 127° 32′ 0″.

Für d : z.

Am Krystall von Arendal.

No. 3	=	156°	34′	0″
And. Kante	=	156	32	30
Mittel	=	156	33	15

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2	=	156°	34′	20″
No. 12	=	156	32	10
Mittel	=	156	33	15

Die mittelste Zahl aus allen 4 Messungen beträgt:

d : z = **156° 33′ 15″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 156° 34′ 41″.

Für d : T.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = **130° 8′ 30″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 130° 7′ 14″.

Marignac hat für diesen Winkel durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 130° 0′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 130° 0′ 0″.

Für d : c (über o und n).

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = **81° 47′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 81° 45′ 29″.

Für d : d (über P).

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = **83° 54′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 83° 58′ 26″.

Marignac hat für diesen Winkel durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 84° 0′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 84° 0′ 0″.

Für d : o.

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 = 152° 49′ 50″
No. 8 = 152 55 0
No. 12 = 152 45 0

Mittel = **152 49 57**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 152° 50′ 4″.

Für o : M.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 12 = 121° 31′ 30″

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 12 = 121° 30′ 0″

Die mittlere Zahl aus diesen 2 Messungen beträgt:

o : M = **121° 30′ 45″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 121° 30′ 38″.

Marignac hat diesen Winkel, am Krystall vom Vesuv, durch Messung = 121° 25′ 0″ gefunden.

Für o : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No 12	=	102°	59′	0″
And. Kante	=	102	57	50
No. 14	=	102	55	0
And. Kante	=	102	59	30
Mittel	=	102	57	50

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 102° 59′ 0″

Die mittelste Zahl aus allen 5 Messungen beträgt:

o : T = **102° 58′ 4″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 102° 57′ 18″.

Marignac hat für diesen Winkel durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 102° 50′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 102° 55′ 0″; also im Mittel = 102° 52′ 30″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz) durch Messung = 102° 54′ 0″ gefunden.

Für o : k.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 12 = **160° 42′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 160° 42′ 39″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 160° 45′ 0″ gefunden.

Für o : z.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 12 = 145° 47′ 0″

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 10 = 145° 46′ 50″

Die mittlere Zahl aus diesen 2 Messungen beträgt:

o : z = **145° 46′ 55″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 145° 47′ 4″.

Für o : o (über P).

No. 14 = **116° 59′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 116° 58′ 44″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 117° 10′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 117° 14′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 117° 0′ 0″; also im Mittel = 117° 8′ 0″.

Für o : r.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 12 = **103° 20′ 40″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 103° 23′ 24″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung 103° 24′ 0″ gefunden.

Für l : M.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 4 = 90° 34′ 0″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 2 = 90° 32′ 0″
No. 17 = 90 33 10
Mittel = 90 32 35

Die mittelste Zahl aus allen 3 Messungen beträgt:

l : M = **90° 33′ 3″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 90° 33′ 21″.

Für l : T.

An Krystallen von Achmatowsk.

No. 4 = 154° 6′ 30″
No. 5 = 154 0 0
No. 10 = 154 5 0
Mittel = 154 3 50

Am Krystall von Arendal.

No. 3 = 154° 5′ 0″

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 153° 59′ 30″

Die mittelste Zahl aus allen 5 Messungen beträgt:

l : T = **154° 3′ 12″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 154° 2′ 39″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 154° 15′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 154° 16′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 154° 0′ 0″; also im Mittel = 154° 10′ 20″.

Für f : T.

An Krystallen von Arendal.

No. 1 =	163° 14′ 30″
No. 3 =	163 13 0
Mittel =	**163 13 45**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 163° 13′ 56″.

Marignac hat diesen Winkel, am Krystall vom Dauphiné, = 163° 24′ 0″ gefunden.

Für e : M

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 4 = 145° 21′ 0″

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 5 =	145° 17′ 10″
And. Kante =	145 16 0
No. 15 =	145 16 0
No. 17 =	145 18 30
And. Kante =	145 17 40
Mittel =	145 17 4

Die mittelste Zahl aus allen 6 Messungen beträgt:

e : M = **145° 17′ 43″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 145° 17′ 41″.

Für e : T.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 10 = 150° 7′ 0″

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 150° 11′ 30″

Die mittlere Zahl aus diesen 2 Messungen beträgt:

e : T = **150° 9′ 15″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 150° 6′ 19″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv

= 150° 17′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 150° 15′ 0″, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont) = 150° 0′ 0″; also im Mittel = 150° 10′ 40″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 150° 7′ 0″ gefunden.

Für h : M.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 5 = 133° 50′ 0″
And. Kante = 133 51 0
Mittel = **133 50 30**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 133° 48′ 43″.

Für h : T.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = 161° 25′ 30″
And. Kante = 161 47 20
Mittel = **161 36 25**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 161° 35′ 17″.

Marignac hat diesen Winkel, am Krystall vom Vesuv, durch Messung = 161° 30′ 0″ gefunden.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 161° 53′ 0″ gefunden.

Für g : M.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 4 = **128° 39′ 30″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 128° 35′ 6″.

Für u : u (über P).

Am Krystall von Werchneiwinsk (Puschkinit).

No. 1 = **70° 59′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 71° 3′ 4″.

Marignac hat durch Messung folgende Werthe erhalten: am Krystall vom Vesuv = 71° 8′ 0″, am Krystall vom Dauphiné = 71° 6′ 0″; also im Mittel = 71° 7′ 0″.

Für u : P.

Am Krystall von Werchneiwinsk (Puschkinit).

No. 1 = 125° 31′ 10″
And. Kante = 125 24 10
Mittel = **125 27 40**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 125° 31′ 32″.

Für b : a.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 10 = 174° 7′ 0″
And. Kante = 174 26 30
Mittel = **174 16 45**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 174° 14′ 51″.

Für b : o.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 10 = **156° 49′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 156° 55′ 49″.

Für c : T.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 2 = **148° 7′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 148° 7′ 17″.

Für $a_1 : z_2$ (d. h. das hintere a zum vorderen z).

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 10 = **131° 57′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 132° 8′ 0″.

Für a : M.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 10 = **113° 46′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 113° 48′ 45″.

Marignac hat diesen Winkel, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont), durch Messung = 113° 44′ 0″ gefunden.

Für a : o.

An Krystallen vom Zillerthal.

No. 1 = 162° 40′ 0″
No. 10 = 162 41 0
Mittel = **162 40 30**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 162° 40′ 58″.

Für a : T.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 1 = **94° 23′ 0″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 94° 21′ 44″.

Marignac hat diesen Winkel, am Krystall vom Thale Lanzo (Piemont), durch Messung = 94° 22′ 0″ gefunden.

Für k : M.

Am Krystall vom Zillerthal.

No. 12 = **140° 47′ 10″**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 140° 47′ 59″.

v. Zepharovich hat diesen Winkel, am Krystall von Zermatt (Schweiz), durch Messung = 140° 41′ 0″ gefunden.

Für m : T.

Am Krystall von Achmatowsk.

No. 10 = 137° 56′ 0″
And. Kante = 137 56 0
Mittel = **137 56 0**

Nach Rechnung aus meinen Daten ist dieser Winkel = 137° 54′ 38″.

Besondere Bemerkungen.

Der Epidot ist ein schon seit so langer Zeit her bekanntes und interessantes Mineral, dass es nicht auffallend ist, dass es von so vielen Krystallographen untersucht worden war, wie z. B. von Haüy, Weiss, Haidinger, Hessel, Kupffer, Phillips, Breithaupt, Levy, Marignac, Hessenberg, v. Zepharovich u. a. Ungeachtet aber aller dieser zahlreichen und schätzbaren Untersuchungen, bleibt immer noch Etwas übrig, was einer näheren Erklärung und noch weiterer Nachforschungen bedarf.

1) Was den Werth der Winkel der Epidotkrystalle aus verschiedenen Fundorten anbelangt, so sind wir über diesen wichtigen Gegenstand noch nicht ganz im Klaren, und die Frage: ob die Winkel der Epidotkrystalle aus verschiedenen Fundorten etwas verschieden oder gleich sind? bleibt noch zu entscheiden. Naumann drückt sich in seinem Werke[1]) über die Dimensionen der Grundform des Epidots folgendermaassen aus: «die Dimensionen sind etwas schwankend». Gewiss, wenn man die einzelnen Beobachtungen der verschiedenen Forscher zusammenstellt, so gelangt man unwillkührlich zu diesem Schlusse, denn z. B. für den wichtigsten Winkel der Epidotkrystalle M : T (Winkel, welcher von

1) C. F. Naumann. Elemente der Mineralogie. Leipzig. 1859, S. 326. Fünfte Auflage.

den zwei deutlichsten Spaltungsflächen des Minerals gebildet ist) haben durch unmittelbare Messungen Haüy = 114° 37′ 0″, Haidinger = 115° 24′ 0″, Phillips = 115° 41′ 0″, Marignac = 115° 20′ bis 115° 32′, v. Zepharovich = 115° 42′ 0″ und ich = 115° 24′ 6″ erhalten. Derselbe Winkel lässt sich aus Kupffer's Messungen = 114° 27′ 54″ berechnen. Aus diesem Grunde gab ich mir alle Mühe, um diese Frage wenigstens zum Theil zu lösen; daher maass ich so viele Winkel als mir nur möglich war an Epidotkrystallen aus vier verschiedenen Fundorten: Achmatowsk, Arendal, Zillerthal und Werchneiwinsk (Puschkinit). Diese Messungen haben gezeigt, dass die Winkel der Epidotkrystalle aus Achmatowsk und Arendal identisch sind, und dass, wenn auch die Winkel der Krystalle vom Zillerthal und Werchneiwinsk einige kleine Abweichungen von den Winkeln der beiden ersten Fundorte bieten, diese Differenzen doch sehr schwach sind, und sogar nicht einmal die Differenzen übertreffen, die die Winkel der verschiedenen Individuen von einem und demselben Fundorte oder sogar von einer und derselben Druse zeigen. So z. B. erhielt ich, im Mittel, für Epidotkrystalle aus Achmatowsk M : T = 115° 23′ 26″, für Krystalle aus Arendal M : T = 115° 23′ 50″ und für Krystalle aus dem Zillerthale M : T = 115° 25′ 22″, aber die letztere Zahl ist das Mittel folgender Werthe, die an verschiedenen Individuen wahrgenommen wurden: 115° 24′ 10″, 115° 24′ 30″, 115° 24′ 30″, 115° 21′ 0″, 115° 28′ 0″, 115° 30′ 0″. Es geht also daraus hervor, dass man den Winkel 115° 25′ 22″, den ich, im Mittel, an den Epidotkrystallen vom Zillerthale erhalten habe, als identisch mit den beiden ersten Winkeln ansehen kann. Dasselbe bezieht sich auf alle anderen Winkel der Epidotkrystalle vom Zillerthal und Werchneiwinsk. Mir scheint es also, dass man mit allem Recht sagen kann, dass die Winkel der Epidotkrystalle von Achmatowsk, Arendal, Zillerthal und Werchneiwinsk fast gleich sind. Wenn wir jetzt die Messungen von Marignac in Rücksicht nehmen wollen, die er an Krystallen vom Vesuv, Dauphiné und vom Thale Lanzo (Piemont) angestellt hat, so werden wir finden, dass die Winkel der Epidotkrystalle aus diesen drei letzten Fundorten sehr wenig von den oben angeführten abweichen; so z. B. hat Marignac M : T = 115° 27′ 0″ (Vesuv), 115° 32′ 0″ (Dauphiné) und 115° 20′ 0″ (Lanzo) gefunden. Weiter giebt Marignac: z : M = 104° 14′ 0″ (Vesuv), 104° 19′ 0″ (Dauphiné) und 104° 15′ 0″ (Lanzo). Denselben Winkel habe ich = 104° 18′ 23″ (Arendal) und 104° 15′ 43″ (Zillerthal) erhalten. Endlich giebt Marignac: n : M = 104° 40′ 0″ (Vesuv), 104° 46′ 0″ (Dauphiné) und 104° 52′ 0″ (Lanzo). Für denselben Winkel habe ich: 104° 52′ 20″ (Achmatowsk), 104° 45′ 30″ (Arendal) und 104° 49′ 40″ (Zillerthal) gefunden. Kupffer giebt 104° 48′ 54″ für die Krystalle von Norwegen und Sibirien. Aus dieser Vergleichung geht deutlich hervor, dass die Differenzen, die die Winkel der Epidotkrystalle vom Vesuv, Dauphiné und Lanzo darbieten, wiederum nicht die Differenzen übertreffen, welche die verschiedenen Individuen von einem und demselben Fundorte zeigen. Da aber die Neigungen M : T, z : M und n : M diejenigen sind, aus welchen man alle anderen Winkel berechnen kann, so ist es also wahrscheinlich, dass die Epidotkrystalle von Achmatowsk,

Arendal, Zillerthal, Werchneiwinsk, Vesuv, Dauphiné und Lanzo fast eine und dieselben Winkel besitzen.

2) Die grössten Abweichungen von allen anderen Winkeln, bieten die Winkel, welche Kupffer und v. Zepharovich gegeben haben. Da Kupffer seine Winkel an Individuen wahrgenommen hat, die ganz untauglich zu genauen Messungen waren, so thut man besser dieselben weiter nicht in Rücksicht zu nehmen. Kupffer giebt z. B. r : T = 129° 22′ 0″, während dieser Winkel: nach Haidinger = 128° 19′ 0″, nach Marignac = 128° 30′ 0″ (Dauphiné), 128° 6′ 0″ (Lanzo), nach v. Zepharovich = 128° 7′ 0″ (Zermatt) und nach meinen Messungen = 128° 17′ 51″ (Achmatowsk) ist. Also ungefähr *ein Grad* Unterschied! Kupffer selbst sagt: «Die zwei Krystalle, die der Messung unterworfen «wurden, waren nicht sehr dazu geeignet, genaue Resultate zu geben (der eine war aus «Norwegen, der andere aus Sibirien); ich habe mir deshalb nicht die Mühe gegeben, das «Gewicht jeder Beobachtung zu berechnen u. s. w.».

Was die Winkel der Epidotkrystalle von Zermatt (Schweiz) anbelangt, so waren dieselben von v. Zepharovich bloss an einem einzigen Individuum wahrgenommen worden, und daher scheint es mir, dass die Frage: ob die Winkel der Epidotkrystalle von Zermatt gleich oder verschieden von denen der Epidotkrystalle aus allen anderen oben angeführten Fundorten sind? noch zu entscheiden sei.

3) Marignac beschreibt in seiner Abhandlung über Epidot[1]) eine positive Hemipyramide, die er durch $\gamma\frac{1}{2}$ bezeichnet, und für welche er nach Messung eines Krystalles vom Dauphiné folgende Winkel giebt: $\gamma\frac{1}{2}$: M = 94° 30′ 0″, $\gamma\frac{1}{2}$: T = 144° 0′ 0″ und $\gamma\frac{1}{2}$: P = 106° 40′ 0″. Für diese Form berechnet Marignac folgende Coefficienten: für die Verticalaxe $\frac{1}{2}$, für die Klinodiagonalaxe $\frac{1}{5}$ und für die Orthodiagonalaxe 1, also das Zeichen $+\frac{5}{2}P5$. Unter dieser Voraussetzung lassen sich folgende Winkel berechnen: $\gamma\frac{1}{2}$: M = 94° 45′ 11″, $\gamma\frac{1}{2}$: T = 153° 22′ 1″ und $\gamma\frac{1}{2}$: P = 107° 28′ 55″, welche gar nicht mit denen übereinstimmen, die durch unmittelbare Messungen von Marignac erhalten wurden. Da man aber nach Marignac's Angaben kein einfaches Zeichen für die Hemipyramide $\gamma\frac{1}{2}$ bekommen kann, so ist das der Grund, wesshalb ich diese Pyramide aus der Reihe der Krystallformen (welche folgen wird) ausgeschlossen habe.

4) Ich habe den Epidotkrystallen eine Stellung gegeben, welche bis jetzt bloss von Marignac angenommen worden war, d. h. die Fläche der vollkommensten Spaltbarkeit M habe ich für das basische Pinakoid oP, die Fläche der weniger vollkommenen Spaltbarkeit T für das Orthopinakoid $\infty P\infty$, die Fläche P für das Klinopinakoid $(\infty P\infty)$, die Flächen n für die positive Hemipyramide $+P$ und die Flächen d für die negative Hemipyramide $-P$ angenommen. In derselben Stellung habe ich schon vor langer Zeit die Krystalle des Uralorthits beschrieben[2]), Krystalle, die nach ihren Symmetrie-Gesetzen,

1) Bibliothèque universelle de Genève et Archives des Sciences physiques et naturelles. Quatrième Série. 2me. année, No. 14, 1847, p. 148.

2) Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1847. S. 174.

wie es bekannt ist, ganz gleich mit den Epidotkrystallen sind. Es scheint mir, dass die Natur selbst eine solche Stellung in den Krystallen von Bagrationit (den man als eine Orthitvarietät ansehen muss) gezeigt hat, denn diese Krystalle sind so gebildet, dass sie keinen Zweifel lassen über die Stellung, in welcher sie betrachtet werden sollen. Uebrigens ist diese letzte Stellung schon seit langer Zeit von Naumann vorausgesehen worden, denn er sagt unter anderem: «Uebrigens scheint es wegen der Zwillingsbildung und der «Analogie mit Pyroxen und Amphibol vortheilhaft, die Krystalle so aufrecht zu stellen, «dass M = oP und T = ∞P∞»[1]).

5) Da der grösste Theil der Mineralogen gewohnt ist, für die Epidotkrystalle, die von Mohs erwählte Grundform anzunehmen, so halte ich es für zweckmässig hier, zur besseren Uebersicht, eine vergleichende Tabelle von allen bis jetzt bekannten Formen der Epidotkrystalle hinzuzufügen. In die erste Columne dieser Tabelle sind die krystallographischen Zeichen gestellt, die sich auf die von Marignac und von mir erwählte Grundform beziehen; in die zweite Columne die Zeichen, die sich auf die von Mohs und Haidinger erwählte Grundform beziehen; und in die dritte Columne die Neigungen der Fläche jeder dieser Formen zu den Flächen: 1) der vollkommensten Spaltbarkeit M, 2) der weniger vollkommenen Spaltbarkeit T und 3) des Klinopinakoids P.

Zeichen in Bezug auf Marignac's und meiner Grundform: a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262 γ = 64° 36′ 0″	Zeichen in Bezug auf Mohs's und Haidinger's Grundform: a : b : c = 0,48451 : 1 : 0,30651 γ = 89° 26′ 40″	Neigungen zu den Flächen: 1) der vollk. Spaltbarkeit M, 2) der wenig. vollk. Spaltbarkeit T, 3) des Klinopinakoids P.
$+\frac{1}{4}$P	—7P7	151° 11′ 37″ 81 46 12 114 1 47
ρ = $+\frac{1}{3}$P	—5P5	142 26 24 87 23 6 121 0 30
x = $+\frac{1}{2}$P	—3P3	128 2 12 96 39 57 131 43 44
n = +P	—P	104 48 3 110 56 14 144 47 26
q = + 2P	(P∞)	90 17 50 118 43 55 147 40 50

1) C. F. Naumann. Lehrbuch der Mineralogie. Berlin, 1828. S. 473.

Zeichen in Bezug auf Marignac's und meiner Grundform: a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262 γ = 64° 36′ 0″	Zeichen in Bezug auf Mohs's und Haidinger's Grundform: a : b : c = 0,48451 : 1 : 0,30651 γ = 89° 26′ 40″	Neigungen zu den Flächen: 1) der vollk. Spaltbarkeit M,	2) der wenig. vollk. Spaltbarkeit T,	3) des Klinopinakoids P.
α = $+P2$	$-P2$	111° 11′ 37″	120 22 41	125 19 11
$+\frac{1}{3}P2$	$-\frac{1}{2}P$	101 10 56	127 44 21	127 28 1
y = $+2P2$	$(\frac{1}{2}P\infty)$	90 26 10	134 51 49	128 19 13
$+\frac{10}{3}P\frac{7}{3}$	1)	98 39 58	143 30 39	123 40 26
$+2P3$	$(\frac{1}{3}P\infty)$	90 29 30	142 41 59	117 47 2
c = $+3P3$	$+\frac{1}{3}P$	97 38 58	148 7 17	117 31 0
b = $+(P\frac{3}{2})$	$-2P\frac{4}{3}$	110 49 28	100 6 53	149 27 12
$+(\frac{2}{3}P2)$	$-5P\frac{5}{2}$	126 15 45	91 57 3	140 14 38
a = $+(P2)$	$-3P\frac{3}{2}$	113 48 45	94 21 44	150 43 27
$+(2P2)$	$-(2P2)$	98 28 40	101 54 3	160 33 55
$+(5P5)$	$-(5P5)$	93 33 0	94 58 8	171 58 0

1) Für diese Form berechnet sich kein einfacher Ausdruck. v. Zepharovich hält es für möglich, das Zeichen $+\frac{2}{5}P$ anzunehmen.

Zeichen in Bezug auf Marignac's und meiner Grundform: a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262 γ = 64° 36′ 0″	Zeichen in Bezug auf Mohs's und Haidinger's Grundform: a : b : c = 0,48451 : 1 : 0,30651 γ = 89° 26′ 40″	Neigungen zu den Flächen: 1) der vollk. Spaltbarkeit M, 2) der wenig. vollk. Spaltbarkeit T, 3) des Klinopinakoids P.
$+(6P6)$	$-(6P6)$	92° 58′ 0″ 94 9 5 173 17 32
$\varepsilon = -\frac{1}{3}P$	$+7P7$	151 3 16 127 31 25 114 8 32
$\nu = -\frac{1}{2}P$	$+5P5$	142 13 4 129 24 43 121 10 54
$d = -P$	$+3P3$	127 39 58 130 7 14 131 59 13
$-\frac{2}{3}P2$	$+4P8$	146 32 12 138 28 14 109 59 36
$w = -2P2$	$+2P4$	126 58 3 145 30 22 119 41 52
$-(3P\frac{3}{2})$	$+2P\frac{4}{3}$	110 26 46 118 36 15 149 41 45
$-(2P2)$	$+3P\frac{3}{2}$	113 31 52 114 53 58 150 56 43
$-(P4)$	$+9P\frac{9}{4}$	124 12 15 110 58 1 144 46 28
$+\frac{1}{4}P\infty$	$-7P\infty$	163 37 2 80 58 58 90 0 0
$\sigma = +\frac{1}{3}P\infty$	$-5P\infty$	157 39 5 86 56 55 90 0 0
$i = +\frac{1}{2}P\infty$	$-3P\infty$	145 39 7 98 56 53 90 0 0

Zeichen in Bezug auf Marignac's und meiner Grundform: a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262 γ = 64° 36′ 0″	Zeichen in Bezug auf Mohs's und Haidinger's Grundform: a : b : c = 0,48451 : 1 : 0,30651 γ = 89° 26′ 40″	Neigungen zu den Flächen: 1) der vollk. Spaltbarkeit M, 2) der wenig. vollk. Spaltbarkeit T, 3) des Klinopinakoids P.
		134° 23′ 7″
s = $+\frac{2}{3}P\infty$	$-2P\infty$	110 12 53
		90 0 0
		116 18 0
r = $+P\infty$	$-P\infty$	128 18 0
		90 0 0
		109 35 8
$+\frac{7}{6}P\infty$	$-\frac{5}{7}P\infty$	135 0 52
		90 0 0
		104 8 33
β = $+\frac{4}{3}P\infty$	$-\frac{1}{2}P\infty$	140 27 27
		90 0 0
		99 42 56
$+\frac{3}{2}P\infty$	$-\frac{1}{3}P\infty$	144 53 4
		90 0 0
		97 27 14
$+\frac{8}{5}P\infty$	$-\frac{1}{4}P\infty$	147 8 46
		90 0 0
		90 33 21
l = $+2P\infty$	oP	154 2 39
		90 0 0
		81 22 4
f = $+3P\infty$	$+\frac{1}{3}P\infty$	163 13 56
		90 0 0
		169 21 17
$-\frac{1}{5}P\infty$	$+11P\infty$	126 2 43
		90 0 0
		157 29 22
m = $-\frac{1}{2}P\infty$	$+5P\infty$	137 54 38
		90 0 0
		145 17 41
e = $-P\infty$	$+3P\infty$	150 6 19
		90 0 0
		133 48 43
h = $-2P\infty$	$+2P\infty$	161 35 17
		90 0 0

Zeichen in Bezug auf Marignac's und meiner Grundform: a : b : c = 1,14234 : 1 : 0,63262, $\gamma = 64° 36' 0''$	Zeichen in Bezug auf Mohs's und Haidinger's Grundform: a : b : c = 0,48451 : 1 : 0,30651, $\gamma = 89° 26' 40''$	Neigungen zu den Flächen: 1) der vollk. Spaltbarkeit M,	2) der wenig. vollk. Spaltbarkeit T,	3) des Klinopinakoids P.
g = —3P∞	$+\frac{5}{3}$P∞	128° 35′ 6″	166 48 54	90 0 0
γ = ($\frac{1}{3}$P∞)	∞P6	151 27 57	112 8 16	118 32 3
k = ($\frac{1}{2}$P∞)	∞P4	140 47 59	109 24 52	129 12 1
o = (P∞)	∞P2	121 30 38	102 57 18	148 29 22
z = ∞P	+P	104 14 39	125 0 15	144 59 45
t = ∞P$\frac{3}{2}$	+P$\frac{3}{2}$	108 6 0	136 24 36	133 35 24
u = ∞P2	+P2	110 25 54	144 28 28	125 31 32
(∞P2)	+(2P2)	98 8 58	109 17 53	160 42 7
(∞P5)	+(5P5)	93 24 39	97 58 23	172 1 37
M = oP	∞P∞	0 0 0	115 24 0	90 0 0
T = ∞P∞	+P∞	115 24 0	0 0 0	90 0 0
P = (∞P∞)	(∞P∞)	90 0 0	90 0 0	0 0 0

*

Am Schlusse meiner Abhandlung halte ich es für meine Pflicht, meinen hochverehrten Freunden und Collegen, S. E. Dr. v. Rauch, P. v. Kotschubey, Dr. Auerbach, Dr. Hermann, Dr. A. v. Schrenk und C. Frödman, meinen innigsten Dank auszusprechen, für die Bereitwilligkeit, mit welcher sie mir ihre schönen Epidotkrystalle zu meinen Messungen zu Gebote stellten.

II. ORTHIT.

In Russland kommen drei Orthitvarietäten vor, nämlich: Uralorthit, Bagrationit und gemeiner Orthit.

Für die Grundform (monoklinoëdrische Pyramide) aller drei Orthitvarietäten kann man ein und dasselbe Axenverhältniss annehmen, welches nach meinen Messungen[1]) ungefähr folgendes ist:

$$a : b : c = 1,14510 : 1 : 0,64403$$
$$\gamma = 65^\circ\ 0'\ 0''$$

Wo a die Haupt- oder Verticalaxe, b die Klinodiagonalaxe, c die Orthodiagonalaxe ist, und γ der Winkel, welcher die Klinodiagonalaxe b mit der Verticalaxe a bildet.

Man sieht, dass dieses Axenverhältniss von dem der Grundform des Epidots sehr wenig abweicht. Ueberhaupt nach der Krystallisation, chemischen Constitution und nach einigen anderen Eigenschaften zu urtheilen, muss man den Orthit als isomorph mit dem Epidot betrachten.

Ueber die Krystallisation des Orthits im Allgemeinen, waren lange Zeit hindurch die Mineralogen verschiedener Meinung. Die erste Notiz über die Krystallform des Minerals hat Thomson geliefert, doch diese Notiz war so unvollständig, dass man aus derselben nur vermuthen konnte, dass das Krystallsystem des Allanits rhombisch sei. Später wurden die Allanitkrystalle von Haidinger[2]) ausführlich untersucht und mit dem Anlege-Goniometer gemessen. Obgleich Haidinger das Krystallsystem des Minerals nicht als monoklinoëdrisches, sondern als triklinoëdrisches betrachtete (wegen Ausdehnung einer Seite des zu untersuchenden Krystalls), so verdanken wir doch immer den ersten klaren Begriff von der Natur der Allanitkrystalle und von den gemeinschaftlichen Verhältnissen ihrer Flächen den Untersuchungen dieses Gelehrten; denn von dieser Zeit an wurde die Lage der Flächen: M, T, r, n, d, z, q und o mit Sicherheit angegeben, und die Winkel: r : T, M : T,

---

1) Die Messungen, die ich an Bagrationit- und Uralorthitkrystallen angestellt habe, muss man jedoch nicht als ganz genaue, sondern bloss als annähernde betrachten.

2) Poggendorff's Annalen, 1825, Bd. V, S. 157.

r:M, d:T, n:T, n:z, q:z, d:z und q:n durch unmittelbare Messungen annäherungsweise bestimmt. Die Krystalle des sogenannten Cerins von der Bastnäsgrube bei Riddarhyttan in Westmanland (Schweden) und des Orthits von Hitteröe (Schweden) wurden, die ersteren von meinem hochverehrten Lehrer Gustav Rose, die letzteren von Scheerer und Breithaupt, so viel als es nur möglich war, untersucht. Da aber die zur Untersuchung angewandten Krystalle sehr unvollkommen ausgebildet waren, so konnten die erwähnten Gelehrten zu keinem befriedigenden Resultate gelangen, jedenfalls hielten sie es für möglich, den Cerin, so wie den Orthit zum rhombischen Krystallsystem gehörig zu betrachten. Zur definitiven Entscheidung der Frage über das Krystallsystem des Orthits und über die Verwandtschaft desselben mit dem Krystallsystem des Epidots, gelangte man erst durch die gründliche Untersuchung der Natur der Orthitkrystalle von Werchoturie und der Uralorthit-Krystalle vom Ilmengebirge. Gustav Rose[1]) hatte schon vor langer Zeit kleine schwarze Krystalle, die von Kupffer und Erman im Granit bei Werchoturie getroffen waren[2]), gemessen, und gefunden, dass dieselben die Winkel des Epidots haben, woher er sie als Krystalle von schwarzem Epidot (Bucklandit) beschrieb. Seit der Zeit waren die Krystalle des Granits von Werchoturie in den Sammlungen unter dem Namen schwarzer Epidot oder Bucklandit verbreitet, bis im Jahre 1848 R. Hermann dieselben ausführlich analysirte, und fand, dass sie die Zusammensetzung des Orthits besitzen[3]). Nun zog R. Hermann gleich folgenden Schluss: «Da Gustav Rose gefunden hatte, dass «dieses Mineral die Form des Epidots besitze, so mussten auch die Orthite in das Bereich «der Untersuchungen über die Epidote gezogen werden. Dabei ergab es sich, dass nicht «allein der Orthit von Werchoturie, sondern auch Cerin, Allanit, und überhaupt alle Arten von Orthit, ihr Wassergehalt mochte sein, welcher er wollte, die Winkel des Epidots «hatten, dass mithin die Orthite der Familie der Epidote beigezählt werden müssen». In derselben Abhandlung, bei der Beschreibung seines Uralorthits, gab R. Hermann die von J. Auerbach ausgeführte Zeichnung und einige annähernde Messungen (mit dem Anlege-Goniometer) eines tafelartigen Uralorthit-Krystalles, dessen Flächen M, T, r, z und u wie in den Epidotkrystallen geordnet waren, und dessen Winkel ebenfalls ganz gut mit den Winkeln der Epidotkrystalle übereinstimmten. Ganz zu derselben Zeit veröffentlichte ich meine ziemlich ausführliche Arbeit «Ueber das Krystallsystem des Uralorthits»[4]), in welcher die Beschreibung einiger sehr complicirter Uralorthit-Krystalle, so wie die Resultate der mit dem Wollaston'schen Reflexionsgoniometer ausgeführten Messungen gegeben waren. In dieser Arbeit gelangte ich, ohne es zu wissen und auf etwas anderem Wege, ganz zu demselben Schlusse wie R. Hermann, d. h. dass das Krystallsystem und der Ha-

1) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai, Berlin, 1837, Bd. I, S. 432.

2) Voyage dans l'Oural. p. 426 und Reise um die Erde, Bd. I, S. 371. Kupffer benannte schon damals das Mineral Orthit, doch Erman betrachtete es als Gadolinit.

3) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, Leipzig, 1848, Bd. XLIII, S. 35 und 99.

4) Verhandlungen der R. K. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg. Jahrgang 1847, S. 174.

bitus der Orthitkrystalle mit denselben Eigenschaften der Epidotkrystalle identisch sind, und dass auch die Winkel der beiden Substanzen fast ganz und gar mit einander übereinstimmen. Damals habe ich auch die Vergleichung der Formen und Winkel des Epidots, Allanits von Grönland, Uralorthits vom Ilmengebirge, Cerins von der Bastnäsgrube, Orthits vom Hitteröe und Bagrationits von Achmatowsk geliefert; und einen Versuch gemacht, die chemische Formel des Orthits im Allgemeinen auf die des Epidots zu reduciren. In Folge aller dieser Beobachtungen hat Gustav Rose[1]) die früher von ihm als rhombisch beschriebenen Cerinkrystalle von der Bastnäsgrube auf das Neue untersucht, und gefunden, dass dieselben allerdings monoklinoëdrisch sind und die Form des Epidots haben, dass sie jedoch meistentheils Zwillingskrystalle sind, wodurch früher bei der Unvollständigkeit der Krystalle der Irrthum entstanden ist. Ebenfalls haben: Credner[2]), die Krystalle des Allanits von Schmiedefeld am Thüringer-Wald, A. v. Nordenskiöld[3]), die Krystalle des Orthits von Laurinkari in Finnland, und F. Stifft, die Krystalle des Orthits von Weinheim in Baden untersucht, und alle haben gefunden, dass diese Krystalle die Form des Epidots besitzen.

Zum Schlusse kann man nicht mit Stillschweigen N. v. Nordenskiöld's interessante Beobachtung übergehen, die als klarer Beweis dient, wie gross die Verwandtschaft zwischen dem Orthit und Epidot ist. N. v. Nordenskiöld hat nämlich gefunden, dass der Epidot von Sillböhle bei Helsingfors in Finnland gewöhnlich aus Krystallen besteht, deren Kern von Orthit, deren Rinde aber von Epidot gebildet wird.

An Krystallen der oben angeführten Orthit-Varietäten haben sich folgende Formen bestimmen lassen:

Pyramiden.

a) Positive Hemipyramiden.

In den Figuren.	Nach Weiss.	Nach Naumann.
x	$+(\frac{1}{2}a : b : c)$	$+\frac{1}{2}P$
n	$+(a : b : c)$	$+P$
q	$+(a : \frac{1}{2}b : \frac{1}{2}c)$	$+2P$

b) Negative Hemipyramiden.

v	$-(\frac{1}{2} a : b : c)$	$-\frac{1}{2}P$
d	$-(a : b : c)$	$-P$
w	$-(a : \frac{1}{2}b : c)$	$-2P2$

Orthodomen.

a) Positive Hemidomen.

σ	$+(\frac{1}{3}a : b : \infty c)$	$+\frac{1}{3}P\infty$
i	$+(\frac{1}{2}a : b : \infty c)$	$+\frac{1}{2}P\infty$

1) Gustav Rose. Das Krystallo-Chemische Mineralsystem. Leipzig, 1852, S. 85.
2) Poggendorff's Annalen, 1850, Bd. LXXIX, S. 144.
3) Poggendorff's Annalen, 1857, Bd. CI, S. 635.
4) v. Leonhard. Jahrb. 1856, S. 395.

In den Figuren.	Nach Weiss.	Nach Naumann.
s	$+(\frac{2}{3}a : b : \infty c)$	$+\frac{2}{3}P\infty$
r	$+(a : b : \infty c)$	$+P\infty$
l	$+(a : \frac{1}{2}b : \infty c)$	$+2P\infty$

b) Negative Hemidomen.

m	$-(\frac{1}{2}a : b : \infty c)$	$-\frac{1}{2}P\infty$

Klinodomen.

k	$(\frac{1}{2}a : \infty b : c)$	$(\frac{1}{2}P\infty)$
o	$(a : \infty b : c)$	$(P\infty)$

Prismen.

z	$(\infty a : b : c)$	∞P
u	$(\infty a : \frac{1}{2}b : c)$	$\infty P2$

Pinakoide.

M	$(a : \infty b : \infty c)$	oP
T	$(\infty a : b : \infty c)$	$\infty P\infty$

Die wichtigsten Combinationen dieser Formen sind auf Taf. IV und V in schiefer und horizontaler Projection dargestellt, nämlich:

Fig. 1 und 1 bis) oP. $+P$. $+2P$. $-P$. ∞P. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M n q d z r T

Fig. 2 und 2 bis) oP. $+P$. $-P$. ∞P. $+\frac{1}{2}P\infty$. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M n d z i r T

Fig. 3 und 3 bis) oP. $+\frac{1}{2}P$. $+P$. $-P$. $(\frac{1}{2}P\infty)$. ∞P. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M x n d k z r T

Fig. 4 und 4 bis) oP. ∞P. $+\frac{1}{2}P\infty$. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M z i r T

Fig. 5 und 5 bis) oP. $+P$. ∞P. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M n z r T

Fig. 6 und 6 bis) oP. ∞P. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M z r T

Fig. 7 und 7 bis) oP. $+P$. $-P$. ∞P. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M n d z r T

Fig. 8 und 8 bis) oP. $+\frac{1}{2}P$. $+P$. $+2P$. $-P$. $(\frac{1}{2}P\infty)$. $(P\infty)$. ∞P. $+\frac{1}{2}P\infty$. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M x n q d k o z i r T

Fig. 9 und 9 bis) oP. $+P$. $-P$. mPm. ∞P. $\infty P2$. $+P\infty$. $\infty P\infty$.
M n d z u r T

Fig. 10 und 10 bis) oP. +P. —P. ∞P. ∞P2. +P∞. ∞P∞.
M n d z u r T

Fig. 11 und 11 bis) oP. ∞P. ∞P2. $+\frac{1}{2}$P∞. +P∞. ∞P∞.
M z u i r T

Fig. 12 und 12 bis) oP. +P. —$\frac{1}{2}$P. —2P2. ∞P. $+\frac{1}{3}$P∞. $+\frac{1}{2}$P∞. +P∞. +2P∞. ∞P∞.
M n v w z σ i r l T

1. Uralorthit.

Die Ermittelung der wahren Natur dieses Minerals verdanken wir R. Hermann, denn bis zum Jahre 1841 wurde es immer mit dem von G. Rose beschriebenen Tschewkinit verwechselt. In dem erwähnten Jahre analysirte R. Hermann das Mineral, erkannte es für Orthit, wies mit Sicherheit seine Verschiedenheit von dem Tschewkinit nach, und beschrieb es unter dem Namen «Uralorthit»[1]).

Der Uralorthit kommt im Ilmengebirge im Ural vor, nämlich an mehreren Stellen der Umgebungen des Ilmensees bei Miask. Er ist stets eingewachsen in Miascit, und bildet gewöhnlich eckige oder abgerundete Stücke von verschiedener Grösse, auch ziemlich grosse, aber grösstentheils schlecht ausgebildete, tafelförmige Krystalle. Deutliche Uralorthitkrystalle trifft man sehr selten an, und noch seltener Krystalle mit glänzenden Flächen. Die Grösse der Krystalle ist sehr verschieden, sie variirt von 10 Centimeter (oder etwas mehr) in der Richtung der Vertical- und Orthodiagonalaxen bis zu der Grösse eines Stecknadelkopfes. Die wichtigsten Combinationen der Uralorthitkrystalle, die ich Gelegenheit gehabt habe, theils an den Exemplare der Sammlung meines verehrten Freundes P. v. Kotschubey, theils an denen meiner eigenen Sammlung zu beobachten, sind auf Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 11, Taf. IV und V abgebildet. Unter diesen Krystallen besitzen nicht alle das Ansehen der symmetrisch gezeichneten Figuren, denn oft dehnt sich die vordere und hintere, rechts oder links liegende Seite (wo die Flächen n, z und d sich finden) so sehr aus, dass die übrigen zwei Seiten bisweilen ganz verschwinden, woher die Krystalle ein ganz triklinoëdrisches Ansehen erhalten, und sich dann garnicht von der von Haidinger für die Krystalle des Allanits gegebenen Abbildung unterscheiden. Die Flächen T = ∞P∞ sind fast immer bedeutend ausgedehnt, die Flächen M = oP sind dagegen weniger entwickelt, und die Flächen i = $+\frac{1}{2}$P∞, r = +P∞ und s = $+\frac{2}{3}$P∞ bilden gewöhnlich mehr oder weniger schmale Abstumpfungen der Kanten $\frac{M}{T}$; bisweilen dehnen sich auch die Flächen z aus, weshalb n und d ganz verschwinden, und in diesem Falle nehmen die Krystalle ein tafelförmiges Ansehen an (Fig. 4, 6 und 11). Die Combinationen der Figuren 3, 8 und 9 gehören zu den seltensten. Es kommen auch

1) Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1841. Troisième Cahier. Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, 1841, Bd. XXIII, S. 273.

Zwillingskrystalle des Uralorthits vor, deren Zwillingsebene, wie bei dem Epidot, die Fläche des Orthopinakoids T = $\infty P \infty$ ist, aber diese Zwillinge sind nicht so häufig wie bei den Epidotkrystallen. Die Natur der Flächen ist sehr verschieden; bei einigen Krystallen sind alle Flächen ohne Ausnahme matt, bei anderen aber mehr oder weniger glänzend. Bisweilen sind die Flächen M = oP glänzend und T = $\infty P \infty$ drusig. Die Krystalle selbst trifft man von sehr verschiedener Frische, und im Allgemeinen sind die kleineren Krystalle viel frischer als die grösseren. Die grossen Krystalle befinden sich nämlich fast immer in einem mehr oder weniger zersetzten Zustande, woher ihr Bruch bisweilen mehr oder weniger matt oder sogar erdig, und ihre Oberfläche mit einer dünnen Schicht von einer braunen erdigen Substanz bedeckt erscheint. Ich besitze einen ziemlich grossen Uralorthitkrystall, dessen Inneres durch Zersetzung fast ganz hohl geworden ist. Einige kleine Krystalle sind sehr frisch und bieten bisweilen so glatte und glänzende Flächen dar, dass man dieselben ziemlich gut mit dem Reflexionsgoniometer messen kann. Die derben Uralorthit-Massen wiegen bisweilen einige Pfund. Auf der Oberfläche sind diese Massen, ebenso wie die grossen Krystalle, mit einer braunen erdigen Rinde überzogen; auf dem Bruche sind sie übrigens frisch und glänzend.

Die Farbe des Uralorthits ist pechschwarz. Bruch gewöhnlich uneben und zum Theil kleinmuschlig. Unvollkommener Metallglanz, in Glas- und Fettglanz übergehend. Der Glanz der Bruchflächen ist ein zum Fettglanz geneigter (Harzglanz). Härte = 6. Specifisches Gewicht nach Hermann = 3,41...3,60 und nach Rammelsberg = 3,647. Undurchsichtig. Was die Spaltbarkeit anbelangt, so ist sie so unvollkommen, dass es schwer fällt, selbst die Spuren derselben zu bemerken. Man trifft im Gegentheil nicht selten die Zusammensetzungsebene (die ihren Grund in der Zwillingsbildung der Individuen findet).

Nach Hermann's Untersuchungen:

In Salzsäure löst sich das ungeglühte Mineral leicht und vollständig auf. Dagegen wird das geglühte Mineral dadurch nur unvollständig zerlegt.

Vor dem Löthrohre verändert sich der Uralorthit bei schwachen Hitzegraden gar nicht. Bei stärkeren Hitzegraden schmilzt er an den Kanten zu einem blasigen schwarzen Glase, wobei er zu blumenkohlähnlichen Verzweigungen auswächst.

Im Kolben verändert er sich nicht, giebt aber etwas Wasser.

Im Borax löst sich das Mineral in der Oxydationsflamme zu einem in der Hitze gelben, nach der Abkühlung farblosen Glase auf. In der Reductionsflamme erscheint die Farbe in der Hitze grünlich.

Phosphorsalz greift das Mineral schwierig an, doch löst es sich endlich unter Eisenreaction und mit Hinterlassung von Kieselerde auf.

Der Uralorthit giebt ein graues Pulver, welches beim Glühen an der Luft seine Farbe verändert und braun wird.

R. Hermann hat den Uralorthit zwei Mal analysirt, nämlich in den Jahren 1841

und 1848[1]). Zu seiner neuesten Analyse wurde von diesem Gelehrten ein Uralorthitstück angewandt, dessen specifisches Gewicht = 3,55 war. Die Resultate dieser beiden Analysen waren folgende:

	Jahr 1841.	Jahr 1848.
Kieselsäure	35,49	34,472
Thonerde	18,21	14,362
Eisenoxyd	13,03	7,665
Eisenoxydul		8,236
Manganoxyd	2,37	—
Ceroxydul	10,85	14,791
Lanthanerde	6,54	7,662
Kalkerde	9,25	10,201
Talkerde	2,06	1,079
Wasser	2,00	1,560
Verlust	0,20	—
	100,00	100,028

Nach Hermann wurde der Uralorthit auch von Ulex[2]) (in Hamburg) und von v. Schubin[3]) (in St. Petersburg) analysirt, aber immer noch unter dem Namen von Tschewkinit. Die Resultate dieser Analysen sind folgende:

	v. Schubin.	Ulex.
Kieselsäure	34,90	33
Thonerde	11,45	18
Eisenoxydul	20,65	18
Manganoxyd	2,88	unbestimmt
Ceroxydul	9,45	
Lanthanoxyd	6,90	
Ytterde	0,95	
Kalkerde	7,10	10
Talkerde	1,30	unbestimmt
Titansäure	1,65	
Wasser	2,00	
	99,23	

Aus dem Angeführten ersieht man, dass v. Schubin unter Anderem eine kleine Menge Ytterde gefunden hat. Hermann bemerkt dabei, dass er, bei einer besonders zur Bestimmung der verschiedenen Oxydations-Grade des Eisens angestellten Analyse, keine Spur von Ytterde im Uralorthit hat finden können.

1) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, 1841, Bd. XXIII, S. 274 und 1848, Bd. XLIII, S. 106.

2) Leonhard's und Bronn's N. Jahrbuch. 1843, S. 55.

3) Russisches Berg-Journal, Jahr 1842, Bd. I, S. 475.

2. Bagrationit.

Der Bagrationit ist die seltenste Abänderung von allen anderen Orthitvarietäten. Seit dem Jahre 1845, d. h. von der Zeit seiner Entdeckung, hat man bis auf den heutigen Tag nicht mehr als ein einziges Exemplar des Bagrationits angetroffen, welches nämlich der Fürst P. R. Bagration selbst in den Halden der Mineralgrube Achmatowsk fand, nach welchem ich meine erste Beschreibung machte[1]), und welches sich jetzt in der Sammlung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu München befindet. Dieses Exemplar war aus einem Stück weissen Diopsids gebildet, in welchem sich einige Klinochlorblättchen (Ripidolith, v. Kobell) und ein grosser, schöner schwarzer Krystall des Bagrationits befanden. Der grosse Bagrationitkrystall war eigentlich aus drei Individuen zusammengesetzt, die in paralleler Stellung sehr innig mit einander verwachsen waren. In der Umgebung des grossen Krystalls befanden sich drei kleine Krystalle, die später von mir zur Messung angewandt wurden. Der grosse Krystall hatte ungefähr 2,5 Centimeter in seinem grössten Durchmesser. Das obere und untere Ende der vorderen Seite desselben war vollkommen ausgebildet, die Rückseite hingegen zeigte bloss einen Theil der Flächen z, M und n, weil sie sich in das Muttergestein versenkte; in der Folge wurde der Krystall, um ihn besser untersuchen zu können, von der Masse abgelöst. Damals waren unsere Kenntnisse über die Natur der Orthit-Mineralien nicht so befriedigend wie in jetziger Zeit; man betrachtete nämlich das Krystallsystem des Allanits als triklinoëdrisches (nach Haidinger), das des Cerins als rhombisches (nach G. Rose) und das des Orthits als rhombisches (nach Scheerer). Nun war der von dem Fürsten P. R. Bagration gefundene Krystall so schön und symmetrisch ausgebildet, dass er nicht den geringsten Zweifel über sein Krystallsystem übrig liess; da aber dasselbe monoklinoëdrisch war, und folglich damals ganz verschieden von den Krystallsystemen des Allanits, Cerins und Orthits erschien, so war es ganz natürlich, das neue Mineral von Achmatowsk für eine selbstständige Species zu halten, was ich auch that, und es mit dem Namen «Bagrationit» bezeichnete, zu Ehren seines Entdeckers. Obgleich jetzt (wo man das Krystallsystem und die Winkel des Orthits mit Bestimmtheit kennt) der Bagrationit in der Reihe der Orthitvarietäten seinen Platz finden muss, so bleibt er doch immer, nach seiner Art der Krystallisation, die interessanteste von allen Orthitvarietäten, denn in seinen Krystallen erscheint das Krystallsystem des Epidots nicht in seinem ausschliesslichen, sondern in seinem normalen Zustande. In der That, alle Krystalle des Uralorthits und der finnländischen und anderen Orthite sind immer (wie die Epidotkrystalle) in der Richtung der Orthodiagonalaxe sehr ausgedehnt, was die Wahl der Stellung, in welcher die Epidot- und Orthitkrystalle beschrieben werden sollen, sehr erschwert[2]). Die Bagrationitkrystalle sind dagegen gar nicht in der Richtung

1) Russisches Berg-Journal, 1847, Bd. I, S. 434. Poggendorff's Annalen, 1848, Bd. LXXIII, S. 182.

2) Wir wissen wie viele solcher Stellungen dargeboten wurden: Romé de l'Isle vergleicht die Gestalten des Epidots mit denen des Augits, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Epidotkrystalle gewöhnlich verlän-

der Orthodiagonalaxe ausgedehnt, sondern sie sind so symmetrisch ausgebildet, dass über die Stellung, in welcher man sie betrachten muss, kein Zweifel bleibt. Also in dieser Hinsicht *steht der Bagrationit von Achmatowsk zu den anderen Orthitvarietäten in demselben Verhältnisse, wie der Bucklandit von Achmatowsk zu den anderen Epidotvarietäten.*

Der Bagrationit ist undurchsichtig, seine Farbe schwarz und im Pulver dunkelbraun. Die Krystalle sind sehr schön und sehr complicirt. Die Figur 12, Taf. LVIII ist genügend, um einen vollkommenen Begriff über die Lage der Flächen und der anderen krystallographischen Verhältnisse derselben zu geben. Die Winkel der Bagrationitkrystalle sind ganz dieselben, wie die der Uralorthitkrystalle. Die Flächen $T = \infty P \infty$, $r = +P\infty$ und $l = +2P\infty$ sind sehr glatt und glänzend, $z = \infty P$ etwas drusig, $m = -\frac{1}{2}P\infty$ und $n = +P$ zwar glänzend, aber mit schwachen Unebenheiten, $M = oP$, $\sigma = +\frac{1}{3}P\infty$, $i = +\frac{1}{2}P\infty$ und $v = -\frac{1}{2}P$ schwach glänzend, und endlich $w = -2P2$ ganz matt. Die Seitenflächen der Krystalle haben starken Glasglanz, welcher auf den Endflächen in einen unvollkommenen Metallglanz übergeht. Der Bruch ist im Allgemeinen uneben, in den kleinen Stücken aber muschlig. Spaltbarkeit konnte ich nicht wahrnehmen. Härte = 6,5. Spec. Gewicht nach meiner Bestimmung = 3,84 [1]).

Das ungeschlämmte Pulver des Minerals wird beim Kochen in Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure nicht aufgelöst, giebt, im Kolben erwärmt, weder Wasser noch Geruch. Ein Stück desselben, in der Löthrohrflamme stark geglüht, bläht sich zuerst blumenkohlartig auf, kocht und schmilzt dann zu einer schwarzen glänzenden Kugel, die auf die Magnetnadel wirkt. Mit Borax in der Oxydationsflamme behandelt, löst es sich leicht auf und bildet eine durchsichtige Perle, welche vor dem Erkalten dunkel-orangefarbig und nach dem Erkalten bouteillengrün wird. Im Phosphorsalz schmilzt es schwerer als im Borax und lässt Kieselerde zurück. Die durchsichtige Kugel, die dadurch erhalten wird, ist im heissen Zustande orangefarbig, während des Erkaltens bouteillengrün und zuletzt im völlig kalten Zustande farblos.

---

gert, und in einer anderen Richtung aufgewachsen sind, als die Augitkrystalle. Haüy stellt die Epidotkrystalle so, dass unsere Orthodiagonalaxe die Rolle der Verticalaxe spielt, und bestimmt ihre Primitivform als ein vierseitiges Prisma, dessen Querschnitt ein Rhomboid von 114° 37′ und 65° 23′, die Seiten desselben aber in dem Verhältnisse von 110 : 96 sind, und dessen Basis auf den Seitenflächen senkrecht steht. Weiss führt wieder in seiner Abhandlung die analoge Stellung der Gestalten des Epidots ein, in welcher Romé de l'Isle sich bemüht hatte, sie mit denen des Pyroxens zu vergleichen; doch mit dem Unterschiede, dass Romé de l'Isle die Krystalle beider Substanzen in derjenigen Stellung betrachtet, welche Haüy für den Epidot gewählt hatte, während Weiss sie in diejenige bringt, welche Haüy den Krystallen des Pyroxens beilegt. Weiss hat nämlich die Flächen r als Orthopinakoid und die Flächen n als Grundprisma angenommen. Mohs und W. Haidinger nehmen die Flächen M als Orthopinakoid, die Flächen l als basisches Pinakoid und die Flächen P als Klinopinakoid an. Levy nimmt die Flächen o als Grundprisma und die Flächen T als schiefe Basis an. Marignac beschreibt endlich die Epidotkrystalle ganz in derselben Stellung, in welcher wir sie beschrieben haben.

1) In meiner früheren Abhandlung (Pogg. Annalen 1848, Bd. LXXIII, S. 187) habe ich das spec. Gewicht = 4,115 gegeben, da aber diese Zahl durch Wägung eines zu kleinen Stückes des Minerals (welches bloss 0,223 Gram. wog) erhalten worden ist, so kann man diese Bestimmung nicht als richtig genug betrachten. Die Zahl 3,84 habe ich durch Wägung eines grösseren Stückes (welches Herrn Prof. Heinrich Rose zur Analyse gesandt war) erhalten, und daher muss man dieselbe für viel richtiger ansehen.

Wegen Mangel an Material ist der Bagrationit bis jetzt noch nicht analysirt worden. Ungeachtet aller bisher aufgewandten Mühe, ist es noch Niemanden gelungen, dieses schöne Mineral in der Grube Achmatowsk wieder aufzufinden. Was aber das Original-Exemplar anbelangt, so konnte von demselben bloss ein kleines Stück abgeschlagen werden, welches von mir schon vor langer Zeit dem Professor Heinrich Rose zu Berlin gesandt wurde, mit der Bitte, es einer Analyse zu unterwerfen[1]). Den grossen Bagrationitkrystall hatte ich die Ehre, Seiner Kaiserl. Hoheit dem Herzog von Leuchtenberg zu überreichen. Nach dem Ableben des Herzogs ist dieser Krystall mit den übrigen Mineralien in die Sammlung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu München übergegangen. Von den drei kleinen Krystallen befinden sich zwei in der Sammlung meines Freundes P. v. Kotschubey, und der dritte in der meinigen.

Mein hochverehrter Freund R. Hermann[2]) hat einigen Zweifel gehegt, ob das von mir unter dem Namen Bagrationit beschriebene Mineral nicht ein Bucklandit von Achmatowsk sei? Dieses konnte es aber keinenfalls sein. Ich konnte mein Mineral (Bagrationit) nicht mit dem Bucklandit von Achmatowsk verwechseln, indem ich fast der erste war, der den sogenannten Bucklandit von Achmatowsk zu Tage förderte. Während meines Aufenthalts im Ural, im Jahre 1840, sammelte ich mehrere Mineralien, unter denen sich auch ein grosser schöner schwarzer Krystall befand, der im Ural für schwarzen Sphen gehalten wurde, welcher aber, meiner Ansicht nach, doch verschieden vom Sphen war, wesshalb ich ihn im Jahre 1842 nach Berlin mitnahm, und ihn dort zur Untersuchung meinem hochverehrten Lehrer Gustav Rose übergab. Die ausführliche Beschreibung dieses Krystalls hat Gustav Rose[3]) in demselben Jahre in seinem Werke veröffentlicht.

3. Gemeiner Orthit.

Der gemeine Orthit ist im Ural und in Finnland bekannt.

Gemeiner Orthit im Ural.

Der gemeine Orthit kommt hier bei der Stadt Werchoturie in kleinen Krystallen (ungefähr 2 Centimeter lang) vor, die im Granit eingewachsen sind. Diese Krystalle wurden von Kupffer und Erman entdeckt[4]). Kupffer betrachtete sie als zum Orthit, Erman dagegen als zum Gadolinit gehörig. Gustav Rose hat sie später gemessen, und gefunden, dass sie die Winkel des Epidots besitzen, wesshalb er sie, im Jahre 1837, als

1) Es scheint jedoch, dass das Stück zu klein war, indem bis jetzt Herr Prof. Heinrich Rose über die Resultate seiner Untersuchungen noch nichts veröffentlicht hat.

2) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, 1848, Bd. XLIV, S. 206.

3) Reise nach dem Ural und Altai. Berlin 1842, Bd. II, S. 491.

4) Kupffer. Voyage dans l'Oural, p. 426.
Erman. Reise um die Erde. Th. I, S. 371.

Krystalle des schwarzen Epidots oder Bucklandits beschrieb[1]). Seit dieser Zeit waren die schwarzen Krystalle aus dem Granit von Werchoturie immer unter dem Namen Bucklandit bekannt, bis endlich, im Jahre 1848, R. Hermann[2]) dieselben ausführlich analysirte, und fand, dass sie die Zusammensetzung des Orthits besitzen, was ihn zu dem interessanten Schlusse führte, dass eine Verwandtschaft zwischen dem Epidot und Orthit bestehe.

Die Krystalle des gemeinen Orthits von Werchoturie beschreibt Gustav Rose mit folgenden Worten:

«Die Krystalle kommen einfach und zwillingsartig zusammengewachsen vor, waren «aber alle, so weit ich sie gesehen habe, an den Enden verbrochen. Die einfachen Kry-«stalle bilden rhomboidische Prismen von $115\frac{1}{2}°$, mit schwach und schief abgestumpften «scharfen Seitenkanten, die Zwillingskrystalle breite sechsseitige Prismen, deren gemein-«schaftliche Ebene parallel ihren breiten Seitenflächen, also durch die Kanten, die die «schmalen Seitenflächen unter einander bilden, geht. Die breiten Seitenflächen machen «mit den angränzenden schmalen und demselben Individuum angehörigen Flächen Winkel «von $115\frac{1}{2}°$ und $128\frac{1}{2}°$, die schmalen Seitenflächen in den Kanten, durch welche die ge-«meinschaftliche Ebene geht, Winkel von 129° auf der einen Seite, und Winkel von 103° «auf der andern Seite. Die gemeinschaftliche Ebene geht also, wie immer bei dem Epi-«dot, parallel der Haüy'schen Fläche T, und die schmalen Flächen werden von den «Haüy'schen Flächen M und r gebildet».

Die Krystallflächen des gemeinen Orthits von Werchoturie sind glatt, aber nur wenig glänzend. Farbe schwarz. Bruch uneben bis kleinmuschlig und von Fettglanz. Härte = 6. Specifisches Gewicht, nach Bestimmung von R. Hermann, = 3,48 bis 3,66. Vor dem Löthrohre schmilzt das Mineral zu einer schwarzen Schlacke. Im Kolben giebt es Wasser und mit den Flüssen Reaction von Eisen und Kieselerde. Die chemische Zusammensetzung besteht nach der Analyse von Hermann aus:

Kieselsäure	32,46
Thonerde	18,09
Eisenoxyd, Eisenoxydul	13,84
Ceroxydul	6,77
Lanthanerde	9,76
Ytterde	1,50
Kalkerde	13,18
Talkerde	1,02
Manganoxydul, Kupferoxyd	Spuren
Wasser	3,40
	100,02

1) Gustav Rose. Reise nach dem Ural und Altai, 1837, Bd. I, S. 432.

2) Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann und R. F. Marchand, 1847, Bd. XLIII, S. 106.

Gemeiner Orthit in Finnland.

Nach A. v. Nordenskiöld[1]) kommt der gemeine Orthit in Finnland an folgenden Orten vor: Jussaro und Ängshölms, im Kirchspiel Pojo; Sillböle und Stansviks, im Kirchspiel Helsinge (in diesen beiden Gruben trifft man ihn oft als Kern von Epidotkrystallen); Nordsundviks in Kimito; Laurinkari bei Åbo; und einigen anderen.

a) In der Klippe Laurinkari begegnet man dem krystallisirten Orthit, der von A. v. Nordenskiöld ausführlich untersucht und beschrieben wurde[2]). Nach diesem Gelehrten gehören die gut ausgebildeten Krystalle hier zu einer Seltenheit, meistens bildet der Orthit von Laurinkari nur kleine in Skapolith eingesprengte Drusen oder Strahlen. Er ist undurchsichtig, hat reine schwarze Farbe, Glasglanz und flachmuschligen Bruch. Strich und Pulver weiss. Härte = 6,5. Das specifische Gewicht hat A. v. Nordenskiöld = 3,425 bis 3,427 gefunden. Obgleich die Krystalle, die zur Untersuchung dienten, nicht gut genug ausgebildet waren, um ganz genaue Messungen an denselben vollziehen zu können, so bestätigten diese Messungen doch vollkommen, dass die Krystalle die Krystallformen des Epidots besitzen. Sie sind entweder schiefe, durch Verlängerung der Orthodiagonale entstehende Prismen, oder noch öfter bilden sie platte Tafeln. Auch kommen Zwillingskrystalle vor, obwohl sie sehr selten sind, und so undeutlich, dass man ein Gesetz ihrer Bildung nicht daraus ableiten kann. A. v. Nordenskiöld hat diese Krystalle mit dem Reflexionsgoniometer (theils mit, theils ohne Fernrohr) gemessen, aber, wegen der unvollkommenen Ausbildung der Krystalle, kann man die von ihm erhaltenen Resultate nicht als genau betrachten. Er hat nämlich durch unmittelbare Messung gefunden:

$$r : l = 154^\circ 34'$$
$$r : i = 150 \quad 17$$
$$r : n = 125 \quad 25$$
$$r : z = 111 \quad 20$$
$$n : z = 150 \quad 40$$

b) S. v. Kutorge fand auf seiner Reise in Finnland, im Sommer 1853, im anstehenden Granite, unter den ersten Wirthschaftsgebäuden, rechts bei der Einfahrt in die Poststation Suontaka, ein in grosser Menge eingesprengtes schwarzes Mineral, welches er, seinen physischen Eigenschaften nach, für Orthit hielt. D. v. Mendelejew[3]) hat für das specifische Gewicht dieses Minerals = 3,5, und für die chemische Zusammensetzung folgendes gefunden:

Kieselsäure	48,1
Thonerde	2,4
Eisenoxyd	34,8

1) A. v. Nordenskiöld. Beskrifning öfver de i Finland funna Mineralier, Helsingfors, 1855, S. 107.

2) Poggendorff's Annalen, 1857, Bd. CI, S. 635.

3) Verhandlungen der K. R. Mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg, Jahrgang 1854, S. 234.

Kalkerde	9,3
Ceroxydul	3,3
Ytterde	1,5
Wasser	0,7
	100,1

Da die Abweichung dieser Analyse von allen anderen Orthit-Analysen zu gross ist, so kann man das Mineral keinenfalls für Orthit halten; es ist indessen viel wahrscheinlicher, dass die zur Untersuchung dienenden Exemplare aus einem Gemenge von Orthit und einem anderen Fossile bestanden.

Winkel der Krystalle des Orthits.

Wenn man das in der allgemeinen Charakteristik gegebene Axenverhältniss der Grundform, a : b : c = 1,14510 : 1 : 0,64403, und den Winkel, welcher die Klinodiagonalaxe mit der Verticalaxe bildet $\gamma = 65° 0' 0''$ annimmt, so ergeben sich folgende Winkel:

	Durch Rechnung.	Durch Messung.
x : M	= 128° 20′ 35″	128° 16′
x : T	= 97 2 53	
x : d	= 129 30 14	129 30 bis 40′
x : q	= 142 8 13	
x : z über q u. n	= 127 29 12	
n : M	= 105 4 9	105 8
n : T	= 111 20 40	111 24
n : z über q	= 150 45 38	150 51
n_1 : z_2	= 116 47 50	116 27
n : n über P	= 108 32 54	108 18
n : d über o	= 118 21 32	
n : d über z	= 127 11 0	
n : q	= 165 24 39	
n : x	= 156 43 34	156 39
n : r	= 125 43 33	125 57
q : M	= 90 28 48	
q : T	= 119 9 16	
q : z	= 165 21 0	

	Durch Rechnung.	Durch Messung.
v : M	= 142° 20′ 41″	
v : T	= 129 22 25	
v : m	= 149 5 44	
v : w	= 159 21 36	
v : z	= 141 49 32	
v : n	= 116 44 2	
v : n über z	= 112 35 10	
d : M	= 127 44 51	127° 40′
d : T	= 130 17 48	
d : z	= 156 25 22	
d : d über P	= 83 19 50	
w : M	= 126 49 45	
w : T	= 145 43 31	
w : z	= 151 29 45	
w : m	= 142 49 46	
σ : M	= 157 35 7	
σ : T	= 87 24 53	
σ : n	= 116 5 6	
σ : z	= 91 29 50	
σ : u	= 92 6 51	
σ : l	= 113 18 5	
i : M	= 145 36 24	
i : T	= 99 23 36	99 40
i : z	= 95 25 30	
i : u	= 97 40 15	
i : σ	= 168 1 17	
i : r	= 150 49 57	151 2
i : l	= 125 16 48	
s : M	= 134 23 36	134 20
s : T	= 110 36 24	
s : z	= 101 45 48	
s : u	= 106 43 43	
s : r	= 162 2 45	
s : i	= 168 47 12	
s : l	= 136 29 36	
s : σ	= 156 48 29	

	Durch Rechnung.	Durch Messung.
r : M	= 116° 26′ 21″	
r : T	= 128 33 39	128° 30′
r : z	= 111 9 58	
r : u	= 120 39 1	
r : l	= 154 26 51	
l : M	= 90 53 12	
l : T	= 154 6 48	
l : z	= 121 24 29	
l : u	= 137 22 22	
m : M	= 157 19 28	
m : T	= 137 40 32	
m : z	= 115 21 28	
m : u	= 127 12 17	
k : M	= 141 8 28	
k : T	= 109 12 49	
k : x	= 153 44 18	
k : d	= 153 21 10	
k : n	= 135 22 50	
k : o	= 160 40 52	
o : M	= 121 49 20	
o : T	= 102 52 33	
o : n	= 145 46 46	
o : d	= 152 34 45	
z : z über P	= 109 12 14	109 0
z : M	= { 75 49 47	
	104 10 13	104 8
z : T	= 125 23 53	125 25
z : u	= 160 31 45	
u : M	= { 69 46 46	
	110 13 14	
u : T	= 144 52 8	
u : u über P	= 70 15 44	
u : d	= 155 42 38	155 38
M : T	= 115 0 0	

Ferner vorausgesetzt, dass jede monoklinoëdrische Pyramide aus zwei Hemipyramiden zusammengesetzt ist (nämlich aus einer positiven, deren Flächen über den spitzen

Winkel γ liegen, und einer negativen, deren Flächen über den stumpfen Winkel γ liegen) bezeichnen wir wie folgt:

In allen positiven Hemipyramiden, durch:

X, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen a und b enthält (Winkel mit dem klinodiagonalen Hauptschnitt).

Y, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen a und c enthält (Winkel mit dem orthodiagonalen Hauptschnitt).

Z, den Neigungswinkel, der die Fläche mit der Ebene bildet, welche die Axen b und c enthält (Winkel mit dem basischen Hauptschnitt).

μ, den Neigungswinkel der klinodiagonalen Polkante zur Verticalaxe a.

ν, den Neigungswinkel derselben Kante zur Klinodiagonalaxe b.

ρ, den Neigungswinkel der orthodiagonalen Polkante zur Verticalaxe a.

σ, den Neigungswinkel der Mittelkante zur Klinodiagonalaxe b.

Die Winkel aller negativen Hemipyramiden werden wir mit denselben Buchstaben bezeichnen, nur zu denjenigen Winkeln, die einer Aenderung in ihrer Grösse unterworfen sind, werden wir ein Accent hinzufügen. Auf diese Weise haben wir für die negativen Hemipyramiden: X′, Y′, Z′, μ', ν'.

Diese Bezeichnung annehmend, erhalten wir durch Rechnung, für:

x = $+\frac{1}{2}$P.

X = 48° 44′ 47″
Y = 82 57 7
Z = 51 39 25
μ = 80° 36′ 24″
ν = 34 23 36
ρ = 48 21 45
σ = 32 46 58

n = +P.

X = 35° 43′ 33″
Y = 68 39 20
Z = 74 55 51
μ = 51° 26′ 21″
ν = 63 33 39
ρ = 29 21 16
σ = 32 46 58

q = +2P.

X = 32° 47′ 9″
Y = 60 50 44
Z = 89 31 12
μ = 25° 53′ 12″
ν = 89 6 48
ρ = 15 42 24
σ = 32 46 58

ν = $-\frac{1}{2}$P.

X′ = 59° 5′ 44″
Y′ = 50 37 35
Z′ = 37 39 19
μ' = 42° 19′ 28″
ν' = 22 40 32
ρ = 48 21 45
σ = 32 46 58

d = −P.

X′ = 48° 20′ 5″
Y′ = 49 42 12
Z′ = 52 15 9
μ' = 30° 1′ 57″
ν' = 34 58 3
ρ = 29 21 16
σ = 32 46 58

w = —2P2.
$X' = 60° 36' 11''$
$Y' = 34\ 16\ 29$
$Z' = 53\ 10\ 15$
$\mu' = 18° 28' 25''$
$\nu' = 46\ 31\ 35$
$\rho = 29\ 21\ 16$
$\sigma = 52\ 10\ 32$

$\sigma = +\frac{1}{3}P\infty$.
$Y = 92° 35'\ 7''$
$Z = 22\ 24\ 53$

$i = +\frac{1}{2}P\infty$.
$Y = 80° 36' 24''$
$Z = 34\ 23\ 36$

$s = +\frac{2}{3}P\infty$.
$Y = 69° 23' 36''$
$Z = 45\ 36\ 24$

$r = +P\infty$.
$Y = 51° 26' 21''$
$Z = 63\ 33\ 39$

$l = +2P\infty$.
$Y = 25° 53' 12''$
$Z = 89\ \ 6\ 48$

$m = -\frac{1}{2}P\infty$.
$Y' = 42° 19' 28''$
$Z' = 22\ 40\ 32$

$k = (\frac{1}{2}P\infty)$.
$X = 51°\ 8' 28''$
$Y = 109\ 12\ 49$
$Z = 38\ 51\ 32$

$o = (P\infty)$.
$X = 31° 49' 20''$
$Y = 102\ 52\ 33$
$Z = 58\ 10\ 40$

$z = \infty P$.
$X = 35° 23' 53''$
$Y = 54\ 36\ \ 7$

$u = \infty P2$.
$X = 54° 52'\ 8''$
$Y = 35\ \ 7\ 52$

Resultate der Krystallmessungen des Orthits.

Ich werde hier die Resultate meiner Messungen anführen, die ich an 5 Uralorthit- und 3 Bagrationit-Krystallen wahrgenommen habe. Die Messungen wurden theils mit dem Mitscherlich'schen Goniometer mit *einem* Fernrohre, theils mit dem gewöhnlichen Wollaston'schen Reflexionsgoniometer ausgeführt. Da aber diese Messungen, wegen Unvollkommenheit der Krystalle, nicht als ganz genaue, sondern bloss als annähernde zu betrachten sind, so werde ich zwischen denselben keinen Unterschied machen. Folgendes sind die von mir erhaltenen Resultate:

Für x : M.

Am Uralorthit.

No. 1 = 128° 15′
No. 2 = 128 16
No. 3 = 128 18

Mittel = $128° 16\frac{1}{3}'$

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 128° 20′ 35″.

Für x : n.

Am Uralorthit.

No. 2 = 156° 39′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 156° 43′ 34″.

Für x : d.

Am Uralorthit.

No. 1 = 129° 30′ bis 40′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 129° 30′ 14″.

Für r : T.

Am Uralorthit.

No. 6 = 128° 32′

Am Bagrationit.

No. 1 = 128° 25′
No. 3 = 128 33
Also im Mittel = 128° 30′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 128° 33′ 39″.

Für n : M.

Am Uralorthit.

No. 2 = 104° 55′

Am Bagrationit.

No. 1 = 105° 13′
No. 3 = 105 15
Also im Mittel = 105 8

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 105° 4′ 9″.

Für n : T.

Am Bagrationit.

No. 1 = 111° 22′
No. 3 = 111 26
Mittel = 111 24

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 111° 20′ 40″.

Für n : z (über q).

Am Uralorthit.

No. 5 = 150° 57′
And. Kante = 151 0

Am Bagrationit.

No. 1 = 150° 42′
No. 2 = 150 44
Also im Mittel = 150 51

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 150° 45′ 38″.

Für $n_1 : z_2$.

Am Uralorthit.

No. 5 = 116° 30′
And. Kante = 116 23
Mittel = 116 27

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 116° 47′ 50″.

Für n : r.

Am Bagrationit.

No. 1 = 125° 57′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 125° 43′ 33″.

Für n : n (über P).

Am Uralorthit.

No. 5 = 108° 18′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 108° 32′ 54″.

Für d : M.

Am Uralorthit.

No. 4 = 127° 40′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 127° 44′ 51″.

Für d : u.

Am Uralorthit.

No. 4 = 155° 38′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 155° 42′ 38″.

Für z : z.

Am Uralorthit.

No. 5 = 109° 0′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 109° 12′ 14″.

Für z : M.

Am Bagrationit.

No. 1 = 104° 8′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 104° 10′ 13″.

Für z : T.

Am Bagrationit.

No. 1 = 125° 25′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 125° 23′ 53″.

Für i : T.

Am Bagrationit.

No. 3 = 99° 40′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 99° 23′ 36″.

Für i : r.

Am Bagrationit.

No. 2 = 151° 2′

Nach Rechnung ist dieser Winkel = 150° 49′ 57″.

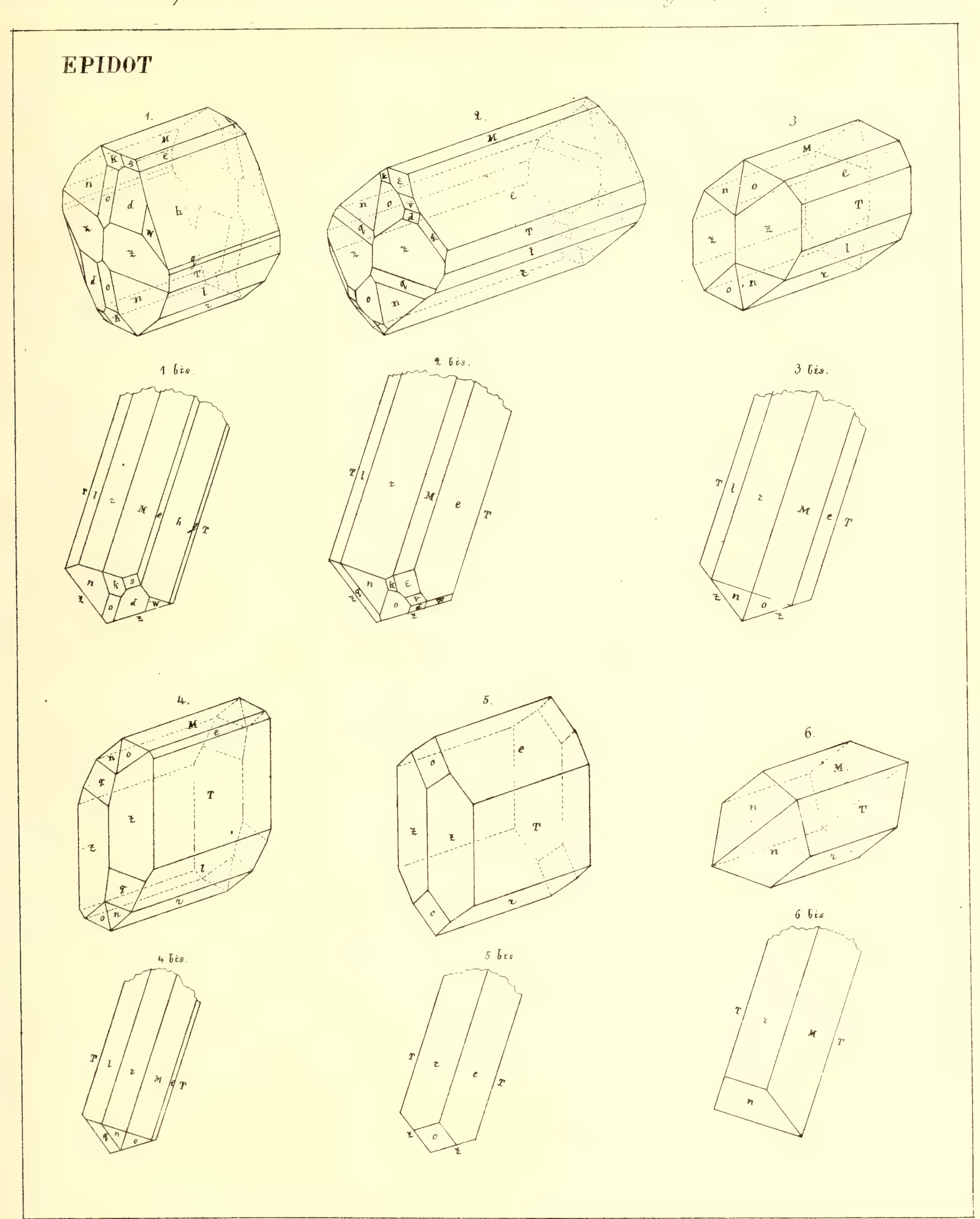
Für s : M.

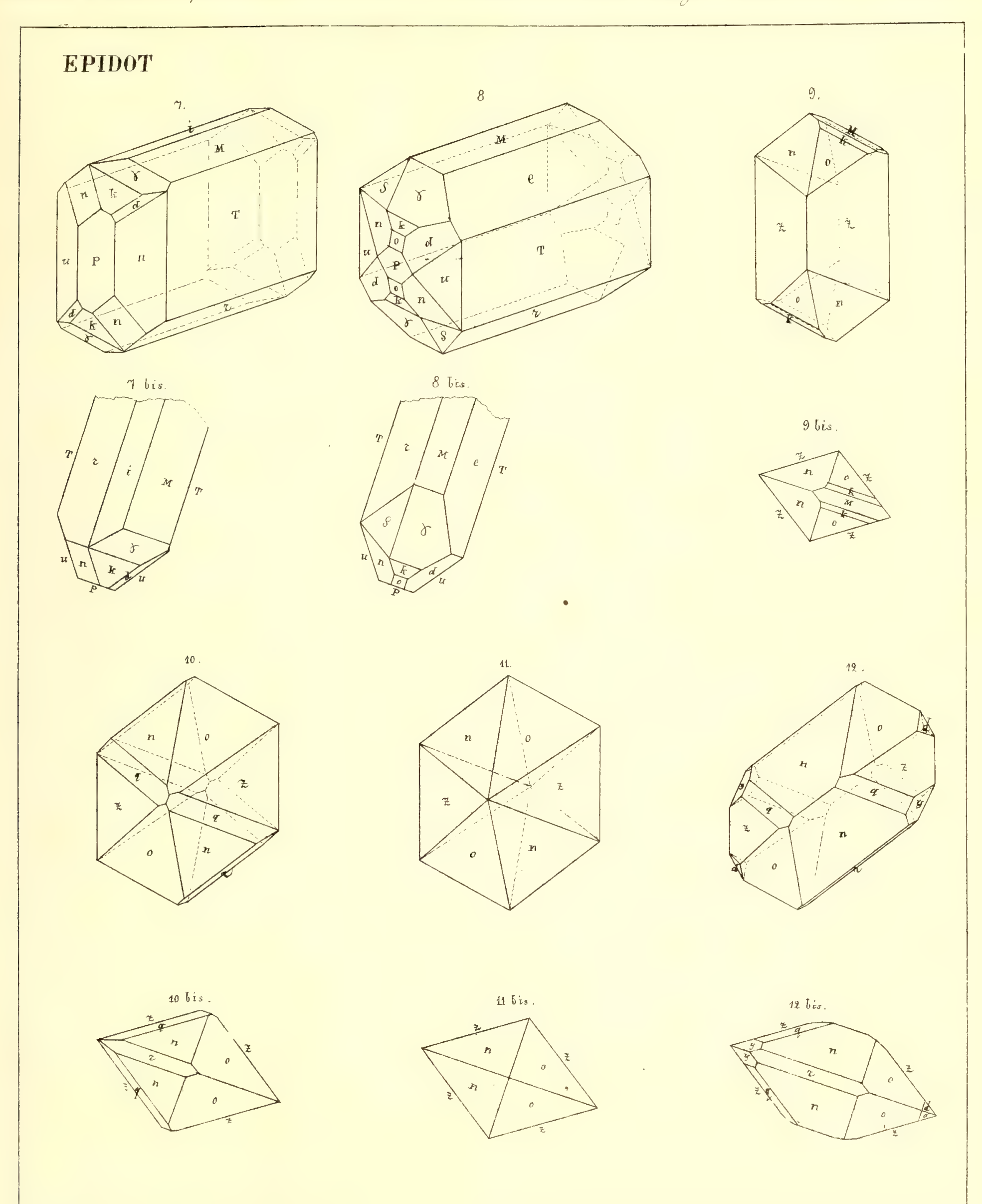
Am Uralorthit.

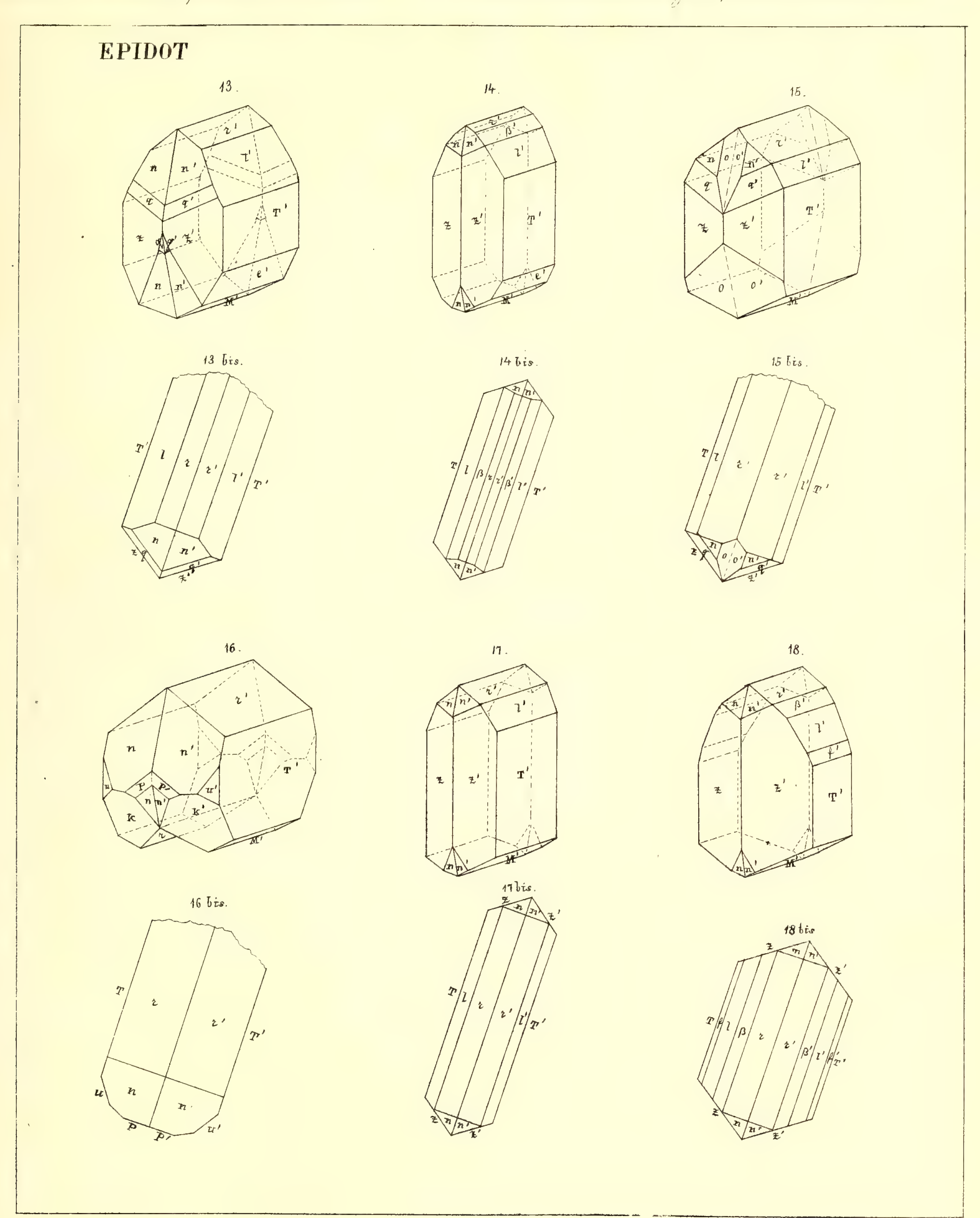
No. 2 = 134° 20′

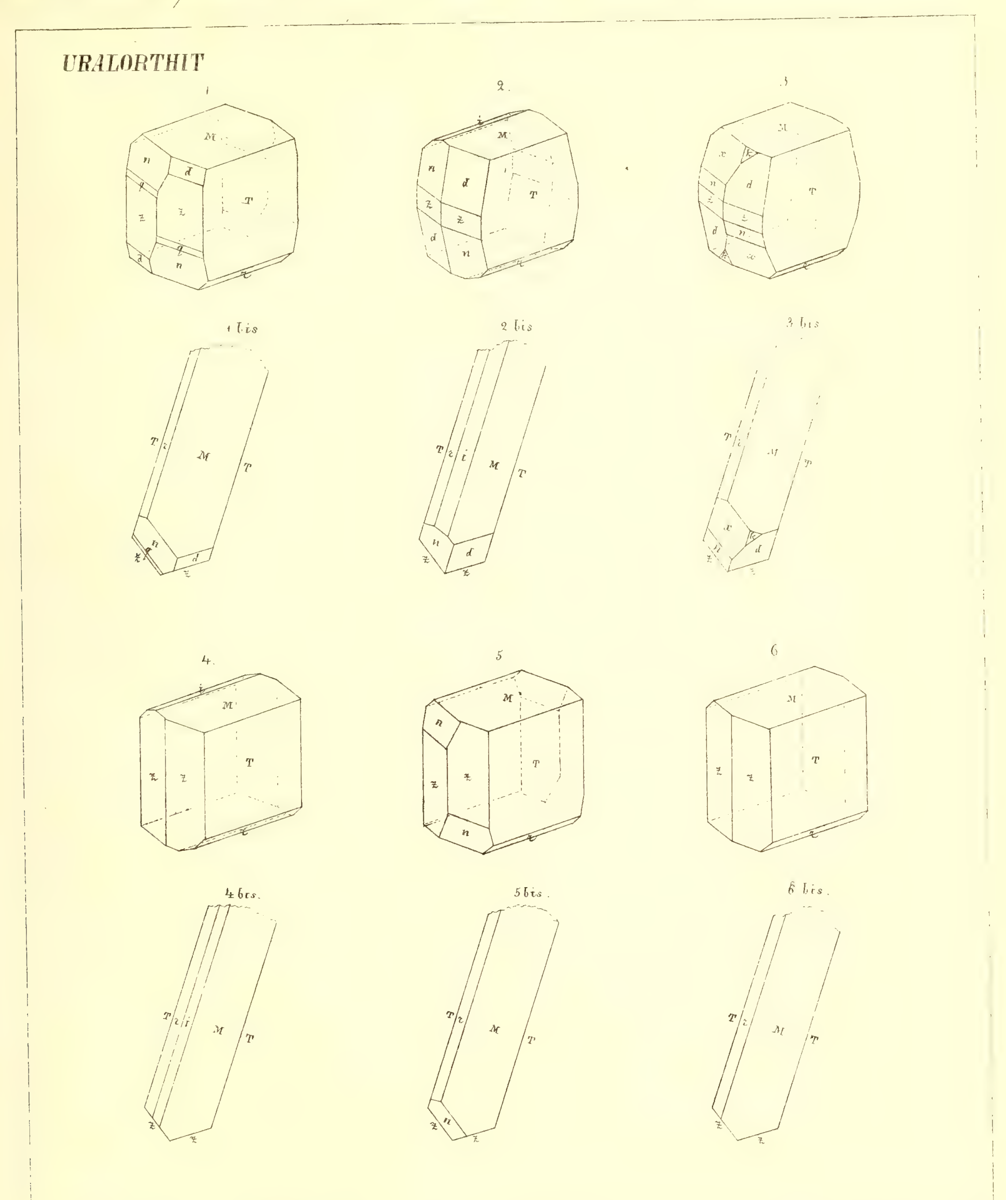
Nach Rechnung ist dieser Winkel = 134° 23′ 36″.

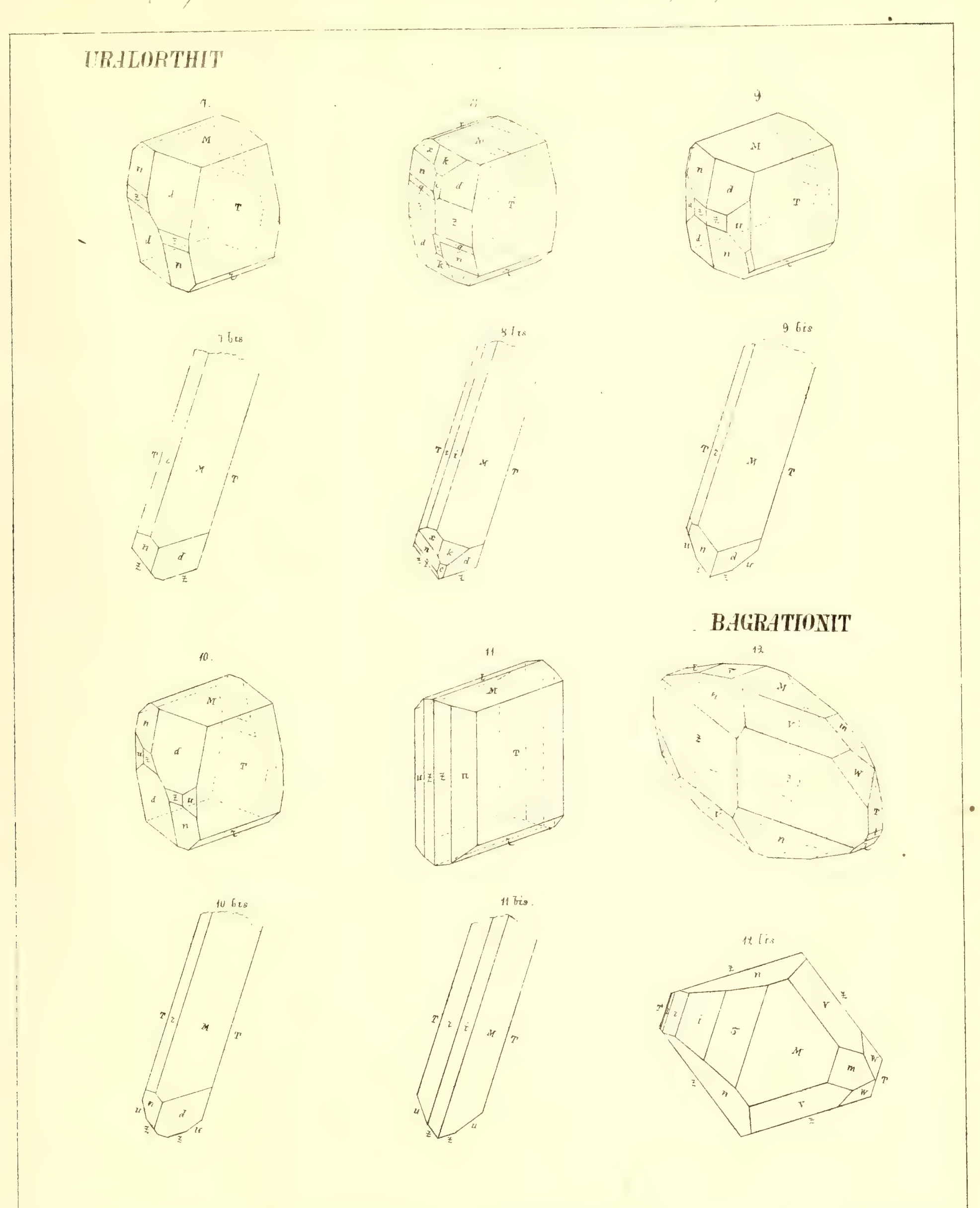
Es ist zu bemerken, dass die Orthitkrystalle zu denjenigen Krystallen gehören, die am wenigsten zu guten Messungen geeignet sind. Bisweilen sind die Flächen glänzend, indessen zeigen die Individuen, die von einem und demselben Stücke abgelöst wurden, in ihren Winkeln Verschiedenheiten von $\frac{1}{2}$ Grad, oder sogar noch mehr.


EPIDOT
1.
2.
3
1 bis.
2 bis.
3 bis.
4.
5.
6.
4 bis.
5 bis
6 bis


EPIDOT
7.
8
9.
7 bis.
8 bis.
9 bis.
10.
11.
12.
10 bis.
11 bis.
12 bis.


EPIDOT
13.
14.
15.
13 bis.
14 bis.
15 bis.
16.
17.
18.
16 bis.
17 bis.
18 bis.


URALORTHIT
1
2.
3
1 bis
2 bis
3 bis
4.
5
6
4 bis.
5 bis.
6 bis.


URALORTHIT
7.
8
9
7 bis
8 bis
9 bis
BAGRATIONIT
10.
11
12
10 bis
11 bis
12 bis

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIe SÉRIE.
Tome III, № 8.

DIE

PHARMACEUTISCH-WICHTIGEN FERULACEEN

DER

ARALO-CASPISCHEN WÜSTE,

NEBST

ALLGEMEINEN UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ABSTAMMUNG DER IM HANDEL VORKOMMENDEN GUMMIHARZE:

ASA FOETIDA, AMMONIACUM UND GALBANUM.

VON

El. Borszczow.

Mit 8 Tafeln.

Der Akademie vorgelegt am 17. August 1860.

St. PETERSBURG, 1860.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg,	in Riga,	in Leipzig,
Eggers et Comp.;	Samuel Schmidt;	Leopold Voss.

Preis: 1 R. 95 Kop. = 2 Thlr. 5 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Im November 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

DIE

PHARMACEUTISCH-WICHTIGEN FERULACEEN

DER

ARALO-CASPISCHEN WÜSTE.

Nebst allgemeinen Untersuchungen über die Abstammung der im Handel vorkommenden Gummiharze: Asa Foetida, Ammoniacum und Galbanum.

VON

El. Borszczow.

«*Tanta est in nominibus Altiht, Anjudan, Asa foetida, Asa dulcis sive odorata et* «*Laserpicium confusio, ut vix explicare me possim: quandoquidem hactenus neminem invenire* «*licuerit, qui plantae, ex qua hoc gummi profluat, nomen indicare, aut formam describere mihi po-* «*tuerit!*» — Mit diesen Worten beginnt der alte Erforscher Ostindiens Garçia ab Orta das dritte Kapitel des I. Buches seiner «*Aromatum Historia*[1]),» in welchem über die wahre Abstammung des officinellen Gummiharzes: *Asa foetida* verschiedene Vermuthungen ausgesprochen und verschiedene Meinungen discutirt werden.

Eigenthümlicher Weise steht die Frage über die wahre Mutterpflanze dieses wichtigen pharmaceutischen Productes, auch heut' zu Tage, als ein streitiger Punkt der Pharmacognosie und pharmaceutischen Botanik noch offen und Garçia's Worte könnten insofern auch in unserer Zeit als gültig angesehen werden, nur mit dem Unterschiede, dass während Garçia sich über Verwirrung in den Namen und gänzlichen Mangel an Beschreibungen oder Exemplaren beschwert, — wir uns über die, seit Kämpfer's Zeiten ungemein angewachsene Zahl verschiedener Pflanzenformen beklagen dürfen, welche insgesammt als wahre Mutterpflanzen des Kämpfers'chen *Asa foetida*, ohne hinlängliche Begründung erklärt worden sind. Eine einheitliche Zusammenstellung der verschiedensten Angaben über diesen Gegenstand, sowie eine richtige und auf kritischer Beleuchtung des uns vorliegenden Materials basirte Beantwortung der Frage über die Mutterpflanze des *Asa foetida*-Harzes, dürfte daher eine nicht zu leichte Aufgabe geworden sein. — Mit der Frage über die Abstammung des verkäuflichen *Galbanum* steht es nicht besser. Dagegen sind die Mutterpflanzen des *Ammoniak's* mehr oder weniger schon bekannt, obwohl man auch hier über

---

1) Edit. 4te, Carol. Clusii 1593, p. 15—21.

die Synonymie verschiedener Formen nicht ganz im Klaren ist, da eine und dieselbe Pflanze nicht selten unter verschiedenen Arten, sogar Gattungsnamen beschrieben wurde. Ich erinnere nur z. B. an *Disserneston gummiferum* Jaub et Spach, eine auf Untersuchung sehr mangelhafter Exemplare begründete neue Gattung, welche meiner Meinung nach von *Dorema Ammoniacum* Don, durchaus nicht verschieden ist.

Was nun die näheren Verhältnisse: die geographische Verbreitung dieser interessanten und wichtigen Gewächse und ihre Lebensweise anbetrifft, so sind die Kenntnisse über diesen Gegenstand überaus zerstreut und mangelhaft. Die Ursacher dieser Unvollkommenheit liegen aber einerseits in der unbegreiflichen Apathie vieler Reisender, ähnliche Beobachtungen anzustellen, — andrerseits sind es aber auch die Schwierigkeiten der Reisen selbst, welche die Verfolgung solcher Fragen, zum Theil wenigstens, verhindern. Es ist in der That nicht zu läugnen, dass auf grossen Wanderungen in unbewohnten, abgeschlossenen Ländern, insbesondere in Wüsten, wo die unfreundliche Natur selbst so viele Hindernisse in den Weg legt, — Manches sehr leicht zu übersehen ist, um so mehr als in solchen Gegenden sehr viele Orte sogar nicht zu allen Jahreszeiten zugänglich sind, und bei der Unsicherheit, einen einmal besuchten Ort wieder untersuchen zu können, man sich also mit dem begnügen muss, was man zu einer gewissen Jahreszeit getroffen hat — seien es auch nur verdorrte Pflanzenreste. Allein auch in diesen Resten lassen sich immer Kennzeichen auffinden, nach welchen gewisse Momente des Pflanzenlebens erkennbar sind; nur müssen dieselben an Ort und Stelle notirt werden. Ausserdem sind so eigenthümliche Gewächse, wie z. B. die officinellen Umbelliferen, im Lande wo sie vorkommen den Bewohnern genau bekannt und aus den Erzählungen derselben lässt sich wiederum Manches über Lebensweise, Verbreitungsbezirk u. s. w. entnehmen, was bisweilen aus verschiedenen Gründen der unmittelbaren Beobachtung entzogen ist. Für den Bearbeiter des gesammelten Materials sind solche Mittheilungen von grossem Werth, da er dadurch vor vielen Missverständnissen geschützt wird, in welche er durch häufig sehr mangelhafte Herbariumexemplare gerathen kann; für Jedermann sind solche Angaben gewiss von grösserem Interesse, als trockne Beschreibungen und fortwährende formulirte Diagnosen.

Während einer Reise in den Aralo-Caspischen Gegenden, welche ich im Auftrage der Kaiserlichen Akademie, in den Jahren 1857—1858 unternommen habe, hatte ich die Gelegenheit einige Beobachtungen über das Vorkommen der, die pharmaceutisch-wichtigen Gummiharze liefernden Ferulaceen und der mit ihnen verwandten Formen daselbst anzustellen. Die Resultate dieser Beobachtungen in Verbindung mit einer kritischen Untersuchung des gesammten, über die Abstammung der officinellen Gummiharze: *Asa foetida*, *Ammoniacum* und *Galbanum* existirenden Materials, wobei ich besonders die richtige Interpretation der Kämpfer'schen *Asa foetida Disgunensis* wieder herzustellen suchte, — übergebe ich in folgenden Seiten.

Es bleibt mir noch schliesslich die angenehme Pflicht meinen tiefsten Dank denjenigen Herren auszusprechen, welche ein Interesse an meiner Arbeit nahmen und mir mit

Rath und That beigestanden haben, Herren: Akademiker Ruprecht in St. Petersburg, Prof. Al. v. Bunge in Dorpat und Prof. A. Schenk in Würzburg — denen ich manche interessante Mittheilungen und seltene Exemplare von Ferulaceen verdanke; Herrn J. D. Hooker und Prof. Bennett in London — durch deren Güte ich das reiche Material der Herbarien: von Kew-Garden und British Museum zu durchmustern im Stande war und unter anderen auch die Original-Exemplare der *Asa foetida* von Kämpfer näher untersuchen konnte; endlich Herrn Prof. Schacht in Berlin, welcher die Güte hatte sich für die wissenschaftliche Ausführung der beigegebenen Tafeln, welche aus der Meisterhand des Hrn. C. F. Schmidt hervorgingen, mit freundlicher Theilnahme zu interessiren.

I. Ueber die Asa foetida Pflanzen.

Die Periode in welcher die officinellen Eigenschaften des *Asa foetida* Gummiharzes den europäischen Aerzten bekannt und das Harz selbst von ihnen in die Heilmittellehre eingeführt wurde, ist nicht genau zu ermitteln. Weder Aristoteles und Hippocrates, noch Galenus und Theophrastus erwähnen desselben in ihren Werken und es ist höchst wahrscheinlich, dass dieses Product den Europäern erst nach den Parthischen Kriegen der Römer etwas bekannt wurde. Was dagegen die Völker Asien's anbelangt, so ist nicht zu bezweifeln, dass sie die *Asa foetida* und ihre medicinischen Eigenschaften schon im hohen Alterthume gekannt haben. Die späteren arabischen Schriftsteller wie Rasis, Avenrois und Avicenna sprechen von der *Asa foetida* als von einem alt bekannten, berühmten Mittel und bezeichnen dieselbe mit den Namen: *Altiht* oder *Antit*, auch *Almaharut*[1]).

Der erste europäische Arzt, welcher unter den Namen «Σιλφίον» ein orientalisches Arzneigewächs beschreibt, das seither bis in die neueste Zeit, allgemein (ob mit Recht — werden wir sehen) als Synonym des arabischen «*Altiht*» oder *Asa foetida* betrachtet wurde — ist Pedanius Dioscorides. Im LXXXIV (XCIV) Kapitel des dritten Buches seiner «Materia medica[2])» characterisirt Dioscorides das Σιλφίον folgendermassen:

«Σιλφίον nascitur circa Syriam, Armeniam, Mediam et Libyam. Hujus caulis *ferulam* «referens, *maspeton* dicitur....... Sunt vero, qui caulem — *silphium*, radicem — *magy*-«*darin* et folia *maspeta* vocant..... Folia habet *apio* similia, semen *latum*. Radix..... «*ori grata est*, mixta cum cibis salibusque. Colligitur et *liquor e radice et caulibus incisis.* «Praefertur, qui modice ruber est et pellucidus, *myrrhae* aemulus ac *odore valens*, *minime* «*porraceus*, *neque saporis immitis ac asperi;* qui denique, dum liquescit ac diluitur, facile «albescit. At Cyrenaïcus, etiamsi tantillum ipsius aliquis degustaverit, madorem toto cor-«pore ciet, estque *odore blandissimo adeo ut ne os quidem gustantis*, *nisi paullulum spiret.* Me-

1) Avicenna Lib. 2. Cap. 53. (ex Garçia).

2) Edit. Kühn 1829. (Interpr. Curt. Sprengel).

«dicus vero et syriacus viribus minus valent et *virosum magis reddunt odorem.* Liquor vero «omnis antequam siccescat, addito sagapeno aut fabae farina adulteratur, quod maleficium: «gustu, odore, visu ac diluendo deprehendes.» Man sieht leicht ein, dass Dioscorides offenbar zwei ganz verschiedene Producte vor Augen hatte und dass die Eigenschaften seines Cyrenischen Σιλφίον[1]) am wenigsten mit denen der *Asa foetida* übereinstimmen, bei welcher, nach Kämpfer's Worten: «*foetor virtutis index, quo major est, eo meliorem Asam testatur.*» Ferner ist auch das Vorkommen der Pflanze in Africa Libyen für die Interpretation des Σιλφίον als *Asa foetida* durchaus ungünstig und es scheint mir viel zweckmässiger das Cyrenische Product, vielleicht als eine Art von Opopanax-Harz anzusehen. Was das medische und syrische Σιλφίον von Dioscorides anbetrifft, so ist es schwer etwas Positives darüber zu sagen, da Dioscorides sie nur als schlechte Sorte von Σιλφίον ansieht und somit keine speciellere Schilderung derselben giebt. Jedenfalls ist man vielleicht mehr berechtigt, namentlich diese letzteren als Synonyme des heutigen Stinkasants zu betrachten, da sie auch aus der kurzen Schilderung von Dioscorides sich als der *Asa foetida* nahe stehende Producte erweisen. Allein ungeachtet dieser Verschiedenheit der von Dioscorides mit dem Namen Σιλφίον belegten, orientalischen Arzneiproducte, machten alle späteren Autoren, sogar bis zu unseren Zeiten, keinen Unterschied in demselben, sondern erklärten geradezu das Σιλφίον Diosc. für identisch mit *Asa foetida*, indem sie als Synonym desselben das *Laser* oder *Laserpitium*[2]) von Plinius anführten. Bevor die schönen Untersuchungen Kämpfer's über die Abstammung des Stinkasants bekannt wurden, war man gewissermaasen noch zu einer solchen Verwechselung berechtigt, da keiner der älteren Autoren die Pflanze selbst gesehen hatte und überhaupt nur soviel bekannt war, dass das Gummiharz vom Oriente stamme; was die näheren Kenntnisse über das Vaterland der Pflanze und des Harzes anbelangt, so fehlten solche beinahe vollkommen. Dass aber eine ähnliche Verwirrung selbst in der Synonymie der neuesten pharmacologisch-botanischen Werke vorkommt, ist unbegreiflich.

Die ersten genaueren Untersuchungen über die Heimath der *Asa foetida*-Pflanze und über die Wege auf welchen das Gummiharz derselben nach Indien gelangt, wo es im grossen Gebrauche sein soll, wurden im 16ten Jahrhunderte von Garçia ab Orta angestellt, einem Arzte, der 30 Iahre lang in Goa verweilte und seine sämmtlichen Beobachtungen in einem Werk: «*Aromatum Historia*» publicirt hat. Garçia spricht sich entschie-

1) «Radix ori grata.....; odor Myrrhae aemulus, mi«nime porraceus; sapor mitis.»

2) Die heutige Benennung des Gummiharzes: *Asa foetida* scheint aus dem Plinischen Namen durch Umwandlung in *Laser foetidum* und weitere Verstümmelung der Wörter in *Asa foetida*, durch die Apotheker und Kräuterhändler des Mittelalters enstanden zu sein Diese Vermuthung ist schon von Garçia ausgesprochen worden. Dagegen glaubten Einige das Wort *Asa* vom persischen *Assa* — Stab, Rohr — ableiten zu können. Je nach den Ansichten ist auch die Schreibart verschieden. Die Ableitung von *Laserpitium* (*Laserpecium* Matth., *Laser foetidum*, *Asa foetida*) ist, glaube ich, als die wahrscheinlichere anzusehen, da Kämpfer, ein Kenner der persischen Sprache, bei der Besprechung des Namens *Asa foetida*, keines persischen Wortes *Assa* erwähnt, sondern einfach sagt: er wisse nicht woher, bei den Europäern der Name *Asa foetida* stamme.

den dahin aus, dass den Bewohnern Indien's die Mutterpflanze des *Asa foetida* vollkommen unbekannt sei[1]) und dass sie das Gummiharz durch Handel allein beziehen. Ueber das wahre Vaterland konnte Garçia keine ausführlichen Nachrichten bekommen, da die Angaben verschiedener Kaufleute, die er zu Rath gezogen hatte, mit einander häufig in vollkommenem Widerspruch standen. Während einige sagten, das Product käme aus Chorassan nach Ormuz, erwiderten die anderen: es stamme aus Guzarat Suratta; die Bewohner von Guzarat erklärten dagegen, dass sie das Gummiharz aus der kalten Region Deli (Delhi nördlich vom Ganges, am Südabhange des Himalaya) bezögen, welche sich weit nach NW. bis Chorassan und dem Lande Chiruam (Schirwan? im nördl. Chorassan) erstrecken soll. Das Verdienst Garçia's besteht darin, dass er wenigstens genau die Orte bezeichnet hat, wo der Handel mit *Asa foetida* zu seiner Zeit im Grossen getrieben wurde. Ihm zufolge waren es die Städte: Mandu (Katmandu, in Nepal!), Deli (Delhi), Pantane (Patna, am Ganges!), Chitor (vielleicht Nattore, am unteren Ganges, nördlich von Calcutta?) und Ormuz. Garçia unterscheidet zwei Sorten von *Asa foetida* (*Laser* oder *Altiht*): das «*Laser sincerum*, *colore puro*, *Electro simile*,» welches aus den vier ersten Orten nach Guzarat gebracht wurde und wegen des stärkeren Geruchs und besserer Eigenschaften, sehr hoch im Preise stand und das «*Laser impurum*,» welches aus Ormuz stammte und grösstentheils in Malacca und Pegu verkauft wurde. Ob das Gummiharz in allen genannten Orten das Product der daselbst vorkommenden Pflanzen, oder diese Orte vielmehr nur die wichtigsten Handelspunkte seien — ist aus unserem Autor nicht zu entnehmen. Garçia führt nur den Namen an: «*Anjuden*» oder «*Andjeidan*» mit welchem die *Asa foetida*-Pflanze von den Bewohnern ihres Mutterbodens bezeichnet wird; ferner auch die indische Benennung des Gummiharzes: «*Imgu*» oder «*Imgara*» und setzt ausdrücklich zu, dass wegen der grossen Entfernung der Gegenden, aus welchen das Product nach Indien gebracht wird, es mit ungemeinen Schwierigkeiten verbunden ist eine getreue Beschreibung der Pflanze zu erhalten. Ueber die Richtigkeit der Angabe sehr zweifelnd, citirt Garçia noch die Worte eines Portugiesen Christoph a Costa, welcher, wie es scheint, zu derselben Zeit in Goa verweilte und ihm mitgetheilt hatte, dass der *Asa foetida*-Saft: «*ex planta quadam foliis Coryli*,» durch Incisionen am Stamme gewonnen wird. Näheres über das Vorkommen der Pflanze, sowie deren Unterscheidungsmerkmale und Eigenschaften konnte Costa aber nicht angeben, da er das Mitgetheilte selbst nur aus vagen Erzählungen entnommen hatte.

Etwa 50 Jahre nach dem Erscheinen der vierten Ausgabe der «Aromatum Historia» von Garcia erschien in Leyden ein Werk, welches in die Frage über das Vaterland des im Handel vorkommenden Stinkasantes neues Licht brachte und ohne Zweifel viel dazu beigetragen hat 45 Jahre später die Aufmerksamkeit von Kämpfer während seiner

---

1) «Radicis vero aut foliorum apud eos (Indos) nullus est usus; sunt enim illis incognita.» Aromat. Hist. Lib. I, Cap. 3, p. 18.

Persischen Reise auf die nähere Untersuchung der Mutterpflanze besonders zu richten. Der Verfasser dieses Buches[1]) Jacob Bontius giebt an[2]), in Form eines Commentar's zu dem Werke von Garçia, dass der Stinkasant von zwei Pflanzen geliefert wird, welche in Persien zwischen den Städten Gamaron (Bender-Abassi) und Lar vorkommen. Eine von den Pflanzen soll nach Bontius: *sarmentosa*, *ferme uti Salix aquatica* (??) sein, die andere aber hat «*folia Tithymali*» und ungemein dicke Wurzeln, welche den grössten Rettigen ganz ähnlich sind. Einige Exemplare dieser Wurzeln hatte Bontius sogar durch einen mit ihm befreundeten Armenier bezogen und, obwohl schon vollkommen trocken, verbreiteten diese einen äusserst starken und widrigen Geruch, der kaum auszuhalten war. Der Saft wird, nach Bontius, aus den Blättern und jungen Trieben der ersten Pflanze und aus den Wurzeln der zweiten, einfach durch Auspressen gewonnen und dann an der Sonne getrocknet. Eine ausführlichere Beschreibung der beiden Pflanzen giebt Bontius nicht und es ist kaum denkbar, dass er selbst lebende Exemplare derselben gesehen hat. Jedenfalls ist aber seine Aufgabe des speciellen Standortes von grosser Wichtigkeit, da sie die erste richtige und präcise ist, wie es spätere Untersuchungen von Kämpfer vollkommen bestätigt haben.

Das schöne Reisewerk Kämpfer's: «*Amoenitates exoticae*» erscheint endlich als Epoche machend für die Frage über die Abstammung der officinellen *Asa foetida*. Die klare, musterhafte Beschreibung der Mutterpflanze des Gummiharzes, die genaue, treue Schilderung der Art und Weise, wie dasselbe gewonnen wird, machen Kämpfer's Kapitel über Asa foetida[3]) zu einem Documente, welches an Vollständigkeit, bis jetzt noch von keinem anderen übertroffen wurde und in allen Debatten über Abstammung des im Handel vorkommenden Stinkasant's, als maassgebend angesehen und berücksichtigt werden muss. Allerdings bemerkt man, bei genauerem Studium des ganzen Kapitel's von Kämpfer, in demselben einige Unvollständigkeiten, welche meist davon abhängig sind, dass Kämpfer nicht vollkommen entwickelte, blühende Exemplare der *Asa foetida*-Pflanze, sondern nur junge mit Wurzelblättern versehene Wurzeln und alte fruchttragende Stengel gesehen hat. Was die Tafeln der Kämpfer'schen Abhandlung anbetrifft, so sind diese, im Allgemeinen nicht hinreichend um nach ihnen einen vollkommen richtigen Schluss über die von Kämpfer gesehene Pflanze aufstellen zu können. In einzelnen Fällen widersprechen sie sogar dem Text; so sagt z. B. Kämpfer, dass er blühende Pflanzen nicht gesehen hat und bildet dennoch auf der zweiten Tafel blühende Exemplare ab. Es scheint überhaupt nicht unwahrscheinlich, dass die Abbildungen von Kämpfer nicht ausschliesslich nach den von ihm gesehenen Exemplaren entworfen sind, sondern zum Theil auch schematisch, nach den Angaben der Bewohner ergänzt worden sind. Deswegen, glaube ich, kann man, bei Vergleichung neu aufgefundener Pflanzen, auf dieselben im Ganzen nur wenig Gewicht

1) «De Medicina Indorum» 1642.
2) Lib. I. p. 7, 8.
3) Amoenitat. exotic. Fasc. III, Obs. V, p. 535—552.

legen und thut besser sich mehr an die Beschreibung zu halten. Ich mache auf diesen Punkt besonders deswegen aufmerksam, weil derselbe in der letzten Zeit zu oft vernachlässigt wurde, wodurch manche Verwechselungen und unrichtige Interpretationen der von Kämpfer gesehenen Pflanze entstanden sind.

Die schöne Arbeit von Kämpfer über *Asa foetida*, obschon von grösstem Werth und Interesse, wurde bald nach ihrem Erscheinen, durch die colossalen Ereignisse auf dem Felde der Wissenschaft in den zunächst folgenden Decennien, in den Hintergrund gestellt. Seine «*Asa foetida Disgunensis*» einmal in die «Species Plantarum» von Linné eingetragen, mit dem Namen: *Ferula Asa foetida* und einer kurzen, sehr unklaren Diagnose versehen — die ausführliche Beschreibung von Kämpfer wurde bald vergessen; neue Forschungen, in dem von Kämpfer im Jahre 1684 besuchten Landstriche Persien's wurden nicht gemacht und die Kennzeichen der wahren *Asa foetida*-Pflanze kamen den Botanikern abhanden. Etwa 60 Jahre später entstanden nun, wie man auch erwarten musste, bei der neuen Berührung der Frage über die Abstammung des Stinkasants und über die Pflanze von Kämpfer, die mannigfaltigsten Verwechselungen und Streitigkeiten, welche noch heut zu Tage nicht beendigt sind.

P. S. Pallas scheint der erste gewesen zu sein, der (ohne Zweifel durch die undeutliche Diagnose von Linné irregeführt) eine ganz andere Pflanze mit der Kämpfer'schen verwechselte und dieselbe als wahre Mutterpflanze des Stinkasants erklärt hat. In einem, im Jahre 1777 an Dr. Guthrie[1]) adressirten Schreiben spricht sich Pallas folgendermassen aus: «Dr. Pallas's *compliments to* Dr. Guthrie; *he sends him two roots of the Fe-«rula Asa foetida, a plant which he thinks never be cultivated in any European garden and which «nobody has been so fortunate as to raise from seed but himsetf, though the seeds, sent to the Aca-«demy from the mountains of Ghilan in Persia had been distributed among several curious persons*[2]).» Pallas drückt sich also, wie man sieht, mit der grössten Entschiedenheit aus, in voller Ueberzeugung, dass die Wurzeln, welche er an Guthrie übersendet, der wâhren *Asa foetida* angehören. Dass Pallas, einer der bedeutendsten Gelehrten seiner Zeit, einen solchen, kaum denkbaren Fehler begehen konnte, ist um so mehr unbegreiflich, als er selbst die jungen Pflanzen aus Saamen gezogen hat und alle Möglichkeit hatte seine Exemplare mit der Beschreibung von Kämpfer zu vergleichen.

Die Folgen dieser Verwechselung liessen auf sich nicht lange warten. Die beiden von Pallas erhaltenen Wurzeln schickte Guthrie an Dr. Hope in Edinburg, wo sie im Botanischen Garten eingepflanzt wurden. Eine von den Wurzeln starb bald darauf ab, die andere dagegen kam im J. 1783 zur Blüthe und hat reife Früchte getragen. Eine ausführliche Beschreibung der cultivirten Pflanze, nebst guter Abbildung, wurde nun von Hope dem damaligen Präsidenten der «Royal Society» in London, Sir Jos. Banks vorgelegt

1) Englischer Arzt, welcher zu Pallas's Zeit in Petersburg verweilte.

2) Philosoph. Transact. of the Royal Soc. 1784. Art. V., p. 36. sqq. «Description of a plant yeilding Asa foetida,» by John Hope.

und in die «Philosophical Transactions» für das Jahr 1784 eingetragen. In seinem Berichte erklärt Dr. Hope die Pflanze für die wahre Mutterpflanze des Stinkasants, belegt sie mit dem Namen: *Ferula Asa foetida* Linn. und giebt eine kurze, beinahe wörtlich dem Kämpfer entlehnte Schilderung der Art und Weise wie das Gummiharz in Persien gewonnen wird. Hope sagt dabei, dass seine Pflanze mit der von Kämpfer gesehenen identisch ist, dass aber die Beschreibung und Abbildungen von Kämpfer in mancher Hinsicht von den seinigen abweichen. In der festen Ueberzeugung die wahre *Asa foetida*-Pflanze im Garten cultivirt zu haben, hat Dr. Hope sogar den Umstand nicht berücksichtigt, dass die Gewinnung des Gummiharzes aus seiner *Ferula Asa foetida* nach der, von Kämpfer beschriebenen Weise — eine Unmöglichkeit ist, wegen der zu geringen Dicke der Wurzeln, und dass also die Uebertragung der Worte Kämpfer's auf seine Pflanze wenig Sinn hat. — Demungeachtet wurde die *Ferula Asa foetida* von Hope eine Zeit lang als Mutterpflanze des im Handel vorkommenden pharmaceutischen Productes angesehen und es entstanden auf diese Weise zwei *Asa foetida*-Pflanzen, von denen man nicht recht wusste, welche eigentlich die richtigere ist. Allein schon Jos. Banks erklärt sich gegen die Ansicht von Dr. Hope, indem er in einer kurzen Anmerkung zu seinem Berichte[1]) ausdrücklich sagt, dass die *Asa foetida Disgunensis* von Kämpfer gewiss eine ganz verschiedene Pflanze ist, dass es aber, im Allgemeinen, kaum einem Zweifel unterliegen kann, dass der Stinkasant auch von andern Gewächsen geliefert wird.

Die Vermuthung von Banks über die Verschiedenheit der Pflanzen von Kämpfer und Hope wurde durch Willdenow, der die Hope'sche Pflanze abermals untersuchte und mit der Beschreibung von Kämpfer verglichen hat, vollkommen bestätigt. Willdenow erklärte die Edinburger Pflanze für eine selbständige Art und beschrieb sie unter dem Namen *Ferula persica*. Durch diese neue Auffassung der Pflanze von Hope wurde zwar die Meinung des ersten: seine *Ferula Asa foetida* wäre die Kämpfer'sche, — gänzlich widerlegt; allein die einmal eingewurzelte Idee über die Identität beider herrschte noch bis zur letzten Zeit. Das Uebel ist zum Theil noch grösser geworden, indem die Mehrzahl der Botaniker, aus Mangel an Exemplaren, weder von der einen, noch von der anderen Pflanze eine richtige Vorstellung hatten und dieselben fortwährend mit einander, sowie mit neu entdeckten Formen verwechselten. So ist z. B. in den Reisenotizen von Eversmann und Lehmann die *Scorodosma* als *Ferula persica*[2]) und diese letzte als *Ferula Asa foetida* bezeichnet; ferner ist die von C. A. Meyer bei Baku gesammelte *Ferula persica*, vielleicht als eine verschiedene Art anzusehen.

Mit der jährlichen Zunahme des Bestrebens neue wissenschaftliche Untersuchungen im Oriente zu unternehmen, wurden nun noch mehre Gewächse entdeckt, welche nach ihren Eigenschaften den beiden bekannten *Asa foetida*-Pflanzen nicht unähnlich waren.

---

1) Philos. Transact. l. c. p. 38 (sub asterisco).

2) Die Aralo-Caspische F. persica scheint wiederum von der Pflanze von Hope abzuweichen. (S. unten).

Alle, oder die meisten derselben wurden von den Reisenden, ohne weitere Rücksicht als Mutterpflanzen des Stinkasants angesehen und die Verwirrung ist so gross geworden, dass Lindley, welcher eine specielle Arbeit über diese verschiedenen Pflanzen unternahm und mehre von ihnen in seiner «Flora medica» beschrieben hat, endlich in einer kurzen Abhandlung in Edwards's «Botanical Register»[1]) erklärte, dass die neuesten Forschungen über die Mutterpflanze des Stinkasants weder mit den Behauptungen von Pallas, noch mit denen von Kämpfer übereinstimmen und dass es schliesslich nur anzunehmen bleibt, dass das im Handel vorkommende Gummiharz nicht als Product einer gewissen Pflanze anzusehen ist, sondern vielmehr von den verschiedenen in Persien wild vorkommenden *Ferula*-Arten abstammt. Abgesehen von der wissenschaftlich-interessanten Lösung der Streitfrage über Kämpfer's Pflanze, von einem ausschliesslich commerziellen Punkte ausgehend, hatte Lindley gewiss nicht Unrecht; für die Wissenschaft dagegen, war diese Behauptung nicht ohne Nachtheil, da sie die nöthige Aufmerksamkeit bei Untersuchungen von dem Gegenstande ablenkte und die rücksichtslose Annahme jeder neu entdeckten *Ferula*-Art, welche nur einen, dem Stinkasant ähnlichen Geruch hatte, für die wahre Mutterpflanze des Harzes noch mehr beförderte.

Kurz vor dem Erscheinen dieser Abhandlung von Lindley, entdeckte der bekannte englische Reisende Hugh Falconer, im Thale Astore (Hussorah) im Cachemirlande, eine riesige Umbellifere, welche von den Bewohnern mit dem Namen: «*Sip*» oder «*Sup*» bezeichnet wurde, einen starken Geruch nach *Asa foetida* verbreitete und in manchen Punkten mit der Beschreibung von Kämpfer übereinstimmte. Die Saamen und Wurzeln der, am 21. September 1838 gefundenen Exemplare der Pflanze, schickte Falconer nach Saharunpur und später nach Edinburgh, wo im Frühjahr 1859 ein Exemplar blühte und reife Saamen getragen hat.

Die erste ausführliche Beschreibung der neu entdeckten Pflanze wurde schon im Jahre 1846 von Falconer selbst gegeben[2]). Er unterscheidet dieselbe als eine neue Gattung — *Narthex* — und erklärt sie, nachdem er seine Exemplare «so weit es ging» mit denen von Kämpfer, welche im «British Museum» aufbewahrt liegen, verglichen hat und keinen wesentlichen Unterschied zwischen beiden finden konnte, — für die wahre, von Kämpfer beschriebene «*Asa foetida Disgunensis*». Als Verbreitungsregion seiner *Narthex* bezeichnet Falconer getrost die Provinzen Persien's: Chorassan und Lar, «wo sie in Menge vor«kommen soll und sich einerseits in die Ebenen von Turkestan, gegen den Amu-Darja hin«zieht, wo sie von Burnes gesehen worden ist[3]), andrerseits aber verbreitet sie sich durch

1) Vol. XXV. 1839. Miscellan. Notes, p. 64 sqq.

2) Transact. of the Linn. Society. Vol. XX, P. I, 1846, p. 285 seqq.

3) Aus welchen Gründen und nach welchen Angaben Dr. Falconer, der die Narthex nur im Thale Astore gesehen, diese Skizze ihrer Verbreitung entworfen hat, — ist nicht zu ermitteln. Im ganzen Chorassan und in den, südlich von demselben liegenden Provinzen Persiens ist Narthex bis jetzt von Niemanden gesehen worden. Die Pflanze, der Burnes im Oxusthale begegnete, war auch sehr wahrscheinlich nicht Narthex, sondern Scorodosma, welche da häufig vorkommt.

«die Gebiete von Beludshistan und Kandahar bis zum Thale Astore, wo sie nur einzeln «und selten vorkommend den östlichsten Verbreitungspunkt erreicht». Die Hauptmenge des Stinkasants soll nach Falconer von Herat in Chorassan[1]) nach Bombay eingeführt werden; von da aus wird das Product nach Europa versendet.

Ueber Culturversuche mit *Narthex*, welche in Edinburgh angestellt wurden, hat vor einigen Monaten Hr. W. J. Hooker eine interessante Abhandlung[2]) mitgetheilt, die hauptsächlich auf dem schon früher in «Gardner's Chronicle» (Jahrg. 1859) publicirten Berichte des Prof. Balfour von Edinburgh beruht. Nach den Herren Balfour und Hooker keimten die Edinburgher Exemplare von *Narthex*, schon vor mehren Jahren, aus Saamen, welche von M'Niell und Falconer zugeschickt waren; aber erst vor 5 Jahren wurden die jungen Pflanzen in den Grund gesetzt. Schon im J. 1858 kam eine Pflanze zum Blühen, wurde aber durch eine Nachtkälte von 22^0 Farenh. stark beschädigt. Prof. Balfour liess dann alsbald um die Pflanzen ein gläsernes Gehäuse bauen, in welchem dieselben glücklich überwinterten und im Frühjahr 1859 blühte wiederum ein Exemplar. Am 13. April war die Höhe der Pflanze 7 Fuss 8 Zoll und diese Höhe wurde in nur 45 Tagen nach dem Erscheinen der Wurzelblätter erreicht. Die letzten 3 Fuss wurden von der Pflanze in 11 Tagen (vom 2. bis 13. April) zurückgelegt. Die ersten Antheren erschienen am 7. April, Morgens um 11 Uhr und am Abende desselben Tages konnte man dieselben schon zu Hunderten zählen. — Prof. W. J. Hooker hat seiner Abhandlung auch eine Abbildung[3]) von *Narthex Asa foetida* beigelegt, welche leider, was die Analyse und die Details anbelangt, noch Manches zu wünschen lässt.

In demselben Jahre 1846, als Falconer seine *Narthex Asa foetida* beschrieben hat, veröffentlichte auch Prof. Al. von Bunge im Delect. Sem. hort. Dorpat. die Beschreibung noch einer neuen, riesigen, ein Gummiharz liefernden Umbellifere[4]). Diese wurde im Jahre 1841 vom verstorbenen Reisenden Al. Lehmann in den Sandwüsten jenseits des Aralmeeres, und in den Vorbergen des Karatau-Gebirges, zwischen dem Flusse Sarjawschan und dem Oxus, östlich von Buchara und Samarkand entdeckt. Die neue Pflanze war 5—7 Fuss hoch, hatte wadendicke Wurzeln, eine enorme eigenthümlich zusammengestellte Dolde und verbreitete einen sehr starken Geruch nach *Asa foetida*. Prof. v. Bunge unterschied sie als selbstständige Gattung, welcher er den Namen *Scorodosma* gegeben hat und glaubte in derselben eine, mit der *Asa foetida* von Kämpfer nächst verwandte Pflanzenform zu erkennen. In den Jahren 1858 und 1859 hatte Prof. Bunge, während seiner grossen persischen Reise, die Gelegenheit gehabt die Pflanze selbst am Orte ihres Vorkommens zu beobachten und die Verbreitung derselben in Persien zu verfolgen. Die von ihm erhaltenen Resultate sind von grosser Wichtigkeit und hohem Interesse nicht nur für die

1) In Herat soll heut' zu Tage, nach den letzten Untersuchungen von Prof. A. v. Bunge, gar keine Asa foetida mehr gewonnen werden.

2) Curtis's Botanic. Magaz., Ser. 3, No. 183, March. 1860.

3) Botanical Magazine tab. 5168.

4) Im Jahre 1851 wurde die Pflanze von Hrn. v. Bunge in den «Reliquiae Lehmannianae» ausführlich beschrieben.

nähere Kenntniss der Verbreitung der officinellen Umbelliferen, sondern auch für die Pflanzengeographie im Allgemeinen und insbesondere für die von Persien, welches bis jetzt, in dieser Hinsicht, noch sehr wenig erforscht worden war. Während des Aufenthaltes des Hrn. Prof. Bunge in Persien, bereiste ich die nördlicher liegende Gegend zwischen dem Caspischen Meere und dem Aralmeer und die vom letzten östlich liegende; dabei war ich glücklich genug, dem *Scorodosma* in grosser Menge zu begegnen und verfolgte nun die Verbreitung desselben im ganzen von mir besuchten Gebiete.

Die von Herrn v. Bunge ausgesprochene Vermuthung über die wahrscheinliche Identität des *Scorodosma* mit der *Asa foetida Disgunensis* von Kämpfer, an welcher ich selbst noch etwas zweifelte, veranlasste mich diese Frage näher zu untersuchen. Nach einem sorgfältigen Studium der Beschreibung von Kämpfer und genauer Vergleichung des *Scorodosma* mit seinen Exemplaren im Herbarium des «British Museum», für welchen Zweck ich eigens eine Reise nach London machte, hat es sich erwiesen: dass die Kämpfer'schen Exemplare, was die Charactere der Mericarpien anbelangt, vollkommen mit denen von *Scorodosma* übereinstimmen. Wie es geschehen ist, dass Dr. Falconer in den Mericarpien der Exemplare von Kämpfer die Gattungscharactere seiner *Narthex* gesehen hat, bleibt mir bis jetzt vollkommen unbegreiflich. Die Unterschiede in den Saamen beider Pflanzen[1]) sind so gross, dass von einer Verwechselung kaum die Rede sein kann, obschon ich, mit Hrn. Falconer, zugeben muss, dass die Exemplare von Kämpfer etwas gelitten haben.

Um nun meiner Meinung eine möglichst feste Basis zu geben, wende ich mich zu den thatsächlichen Beweisen, indem ich die Aufschluss gebenden Stellen der Beschreibung der *Asa foetida* von Kämpfer, so wie die Merkmale seiner Exemplare mit denen von *Narthex* und *Scorodosma* vergleichen will, dabei aber auch die Verbreitung beider Pflanzen berücksichtigen werde.

Zwei Punkte sind dabei besonders hervorzuheben: 1) Die Beblätterung des Stengels bei *Scorodosma* und Blattlosigkeit desselben bei *Narthex*, ferner die Structur desselben; und 2) Die Charaktere der Mericarpien bei diesen beiden Pflanzen. Die Blüthen können hier nicht in Betracht genommen werden, da Kämpfer solche nicht gesehen hat. Die Form der Blätter, resp. der Wurzelblätter, ist auch von keinem Moment, da diese nie eine constante Form besitzen, sondern sehr variiren und ausserdem bei *Narthex* und *Scorodosma* ganz ähnlich aussehen.

1. Kämpfer beschreibt den Habitus der, von ihm gesehenen Pflanze folgenderweise: «Caulis simplex, rectus, teres, quodammodo striatus, glaber, herbaceus, in orgyjae, «sesquiorgyjae vel majorem longitudinem luxuriose exsurgens, crassitie in imo quanta ma- «nûs complexum superat; ex qua paullatim factus tenuior, *in ramos paucos*, hi vero in um- «bellas Ferulacearum lege divelluntur; *foliorum vestitur rudimentis* per intervalla palmaria

---

1) Einige reife Saamen von Narthex verdanke ich der Güte der Herren Prof. Bennett und J. D. Hooker.

«alternatim consitis, *quorum* (foliorum) *bases latae*, *membranosae*, *turgidae*, caulem inaequa-«liter et utcunque decussatim amplexantur, dilapsaeque impressis signant vestigiis genicula «mentientibus. *Medulla farcitur geniculis haud intercepta*, copiosissima, candidissima, fungosa, «paucis permixta fibris brevibus vagis, in longum exporrectis[1]). In diesem Satze kann Vieles zugleich zu Gunsten von *Narthex* und *Scorodosma* interpretirt werden. Die Theilung der oberen Partie des Stengels in *wenige doldentragende Aeste* widerspricht aber sowohl dem Character der *Narthex*, wie sie Falconer beschrieben hat[2]), wie auch dem des *Scorodosma*. Beide Pflanzen besitzen enorme, üppige Dolden (*Scorodosma* mit sehr wenigen Ausnahmen) und es ist nicht unmöglich, dass Kämpfer bei der Beschreibung entweder ein anormales Exemplar vor Augen hatte, oder vielmehr alte Stengel, deren Zweige schon theilweise abgebrochen waren. Was die Beblätterung des Stengels anbetrifft, so könnte in der Phrase von Kämpfer: *foliorum vestitur rudimentis*, das Wort: *rudimentis* verschieden erklärt werden. Nimmt man an, dass Kämpfer mit diesem Worte nicht die verdorrten Reste ausgebildeter Blätter, sondern nur blattlose Scheiden des Stengels meinte, so spricht diese Auffassung für *Narthex*, welche nach Dr. Falconer am Stengel nur solche besitzt. Allein der folgende Satz: *quorum* (*foliorum*) *bases latae*, *membranosae*, *turgidae* etc., macht eine solche Interpretation unmöglich, da es klar ist, dass Kämpfer von einem beblätterten Stengel spricht und die Reste der Blattstiele gut von den *bases vaginatae* derselben unterscheidet. Berücksichtigt man ferner, dass Kämpfer, der frische, blühende *Asa foetida* Pflanzen nicht gesehen hat[3]), sondern nur fruchttragende und zwar vertrocknete (wo also die Stengelblätter schon grösstentheils von den Scheiden sich loslösten), dennoch Reste der Blätter und Scheiden erwähnt, so wird man, glaube ich, kaum mehr zweifeln können, dass die von ihm beschriebene Pflanze einen beblätterten Stengel hatte und insofern nicht als *Narthex*, sondern als eine andere Umbellifere und zunächst als *Scorodosma* angesehen werden muss. — Ein anderer Punkt, welcher vielleicht auch Missverständnisse veranlassen könnte, ist die Structur des Stengels. Die Pflanze von Kämpfer und das *Scorodosma* haben einen soliden, mit Mark angefüllten Stengel, wogegen dies für die *Narthex* noch nicht ganz ausgemacht ist. Nach Falconer's Beschreibung (der ich mich anschliesse) soll *Narthex* einen ununterbrochen mit Mark gefüllten Stengel haben; dagegen wird derselbe in der Beschreibung der Edinburgher Exemplare als hohl bezeichnet und auf der Tafel 5168 des Botanical Magazine auch als solcher abgebildet.

2. Die Saamen der *Asa foetida Disgunensis* beschreibt Kämpfer nur in sehr allgemei-

---

1) Amoenitat. Exoticae p. 538.

2) Ich halte mich mehr an die Beschreibung von Dr. Falconer (Transactions l. c.) und lege wenig Gewicht auf die letzt erschienene Abbildung der cultivirten Pflanze im Botanical Magazine, hauptsächlich aus dem Grunde, dass die ohnedies variable Inflorescenz der Ferulaceen unter dem Einflusse des Edingburgher Klima noch mehr modificirt werden konnte, was auch die Abbildung zum Theil zu zeigen scheint. So ist die Dolde im Verhältniss zu der ganzen Pflanze sehr in die Länge gestreckt und bildet vielmehr eine Aehre.

3) «Flores non vidi; praeparvos dicunt et in albidum pallentes; pentapetalos esse non dubitaverim.» Amoenit. exotic. p. 538.

nen Zügen und daher ist es auch nicht leicht aus seiner Beschreibung sicher zu schliessen: ob die Saamen, welche er vor Augen hatte, der *Narthex* oder *Scorodosma* angehörten. Kämpfer sagt (p. 538): «Semen est planum, foliaceum, ex fusco rufum, figurae ovatae, «Sphondylii vel Pastinacae hortensis semini non absimile, hôc tantum paulo majus et ni-«grius, *quadantenus pilosum sive asperum* tribus notatum striis, unâ per mediam longitudinem, «reliquis per fimbriam arcuato ductu ad apicem usque productis; odore maritatur exiguo «porraceo, sapore gravi, acute-amarescente; medullam ceu verum semen fovet atram, compressam, figurae ex ovato mucronatae.» Wie man aus dieser Beschreibung der Früchte leicht einsehen kann, hat Kämpfer weder die Randriefen, noch die etwa vorhandeneu Striemen oder Streifen unterschieden. Nun sind aber die Randriefen der Mericarpien sowohl bei *Narthex*, als bei *Scorodosma* sehr wenig hervorragend und können an einigen Saamen in der That ziemlich schwer wahrgenommen werden. Was dagegen die Striemen anbelangt, so ist es nicht zu bezweifeln, dass Kämpfer, wenn er wirklich die *Narthex* vor Augen hatte, dieselben ihrer auffallenden Grösse wegen gewiss sehen musste und also auch beschrieben hätte. Allein in seiner Beschreibung sagt er Nichts davon; die Abbildung aber und die Original-Exemplare seines Herbarium's, nach welchen dieselbe entworfen ist, zeigen deutlich nur zahlreiche Streifchen zwischen je zwei Riefen an der Dorsalfläche und ebensolche an der Commissur, was auf den, von Prof. Bunge aufgestellten Unterscheidungscharakter des *Scorodosma* hinweist. Die Mericarpien der *Narthex* haben dagegen 1—2 gut ausgebildete Striemen in jedem Thälchen der Dorsalfläche und 2—4 solche in der Commissur. Beide Pflanzen sind also als generisch verschiedene anzusehen, da die Anwesenheit der Striemchen oder Mangel derselben bei den Umbelliferen überhaupt gute Unterscheidungsmerkmale sind.

Somit glaube ich im Wesentlichen bewiesen zu haben, dass die *Nartkex* von Dr. Falconer nicht als eine mit der *Asa foetida Disgunensis* identische Pflanze angenommen werden kann und dass auch nach den Belegen, welche uns Kämpfer selbst hinterlassen hat, das *Scorodosma foetidum* Bunge als solche zu erklären ist.

Nun ist aber damit noch nicht die ganze Anzahl der Pflanzen erschöpft, welche als *Asa Disgunensis* von verschiedenen Autoren angesehen wurden. Im Jahre 1850 hat Dr. Buhse auf einer Reise im nord-westlichen Persien noch eine Ferula-Art entdeckt, die er auch für die echte Asantpflanze von Kämpfer hielt, und obwohl er nur junge Wurzelblätter und verdorrte Stengel gesehen hat, so beschrieb er sie doch als *Ferula Asa foetida* Linn[1]). Dieselbe Pflanze wurde im Jahre 1858 vom Prof. v. Bunge wieder gefunden und zwar in sehr schönen Exemplaren mit Blüthen und Früchten. Sie wird 3—4 Fuss hoch; hat einen beblätterten, häufig röthlich angelaufenen glatten Stengel und graugrüne nach Buhse doppelt-gefiederte mit dichtem weissen Flaum bedeckte Blätter, deren Abschnitte der letzten Ordnung bis $\frac{1}{2}$ Zoll breit und 3—5 lappig sind. Der Blüthenstand bildet nicht ein gros-

---

1) Bulletin de la Société des natur. de Moscou. Vol. 23. 1850.

ses wirtelständiges Dolden-System, wie bei *Scorodosma*, sondern besteht aus wenigen zusammengesetzten Dolden, welche zerstreut auf den Verzweigungen des oberen Theiles des Stengels aufsitzen. Die mittlere Dolde ist entweder weiblich oder zwitter und trägt an ihrer Basis eine oder zwei ziemlich kurzgestielte, bis $^3/_4$ Zoll grosse, männliche, kopfförmige Dolden. Sowohl die weiblichen als die männlichen Blüthen sind gelblich. Die Mericarpien sind oval, bis $2^1/_2''$ lang, $1^1/_2''$ breit, blassgelb; die 5 Rückenriefen sind schwach entwickelt und die dazwischen liegenden Thälchen sehr flach, in den von mir gesehenen Exemplaren striemenlos. Die Commissur trägt bis 10 sehr kleine, häufig zusammenfliessende Striemen. Epicarpium sehr dünn und innig mit dem elliptischen Saamen verwachsen[1]). Eine *Ferula*-Art mit nahe denselben Merkmalen habe ich im Herbarium des British Museum gesehen. Die daselbst aufbewahrten Exemplare wurden von Dr. Loftus im Jahre 1852 im Baktyiari-Gebirge (in SO-Persien) gesammelt. Dr. Loftus gab der Pflanze den ziemlich unpassenden Namen: «*Dorema Asa foetida*;» die Charactere der Mericarpien, so wie der Blüthenstand entsprechen vielmehr einer *Ferula*. Im frischen Zustande soll die Pflanze einen sehr starken Geruch nach *Asa foetida* besitzen, welchen auch die trockenen Exemplare sehr deutlich wahrnehmen lassen. Sie scheint eine sehr grosse Verbreitung in Persien zu haben, da die Herren v. Bunge und Bienert, in den Jahren 1858 und 1859, dieselbe zwischen 30° und 37° Br. und östlich von 72° L. (von Ferro) an sehr vielen Orten (zwischen Astrabad und Schahrud; ferner bei Dehrud, Mesched, Chebihs, Dehrachtindshan, Kirman) gefunden haben, wo sie mehr bergige Landstrecken von 3500—7000′ bewohnt. Von den Einwohnern der Provinz Chorassan wird die Pflanze, nach den Angaben von Buhse und Bunge mit demselben Namen «Anguseh» belegt, wie *Scorodosma*. Dagegen bei Derachtindshan, unweit Kirman nennen sie diese Art: «Yendebuy», während die *Scorodosma* als «Anguseh» bezeichnet wird.

Ausser *Narthex*, *Scorodosma und Ferula Asa foetida* von Buhse sind von verschiedenen Reisenden noch Pflanzen gefunden worden, welche ihres, der *Asa foetida* ähnlichen Geruches wegen, eine gewiss nicht unbedeutende Rolle in Persien spielen, indem das von ihnen gelieferte Gummiharz dem wahren Stinkasant beigemengt wird. So ist z. B. von Dr. Stocks in Beludshistan eine Ferulacee gefunden worden, welche von den Bewohnern: «Hingole» — (erinnert wieder an «Hiing, Hingiseh, Anguseh») — genannt wird und nach den Mericarpien als eine Art *Scorodosma* angesehen werden kann. Die Saamen sind sehr breit, flach, oval, an den Spitzen abgerundet; die 3 Rückenriefen sind wenig markirt, die 2 Randriefen mit dem Rand verschmolzen. Thälchen an der Rückenfläche und Commissur — striemenlos, undeutlich gestreift. Exemplare der Pflanze selbst habe ich nicht gesehen.

Endlich erwähne ich noch der *Ferula teterrima* Karel. et Kir., welche in der Songarei an felsigen Hügeln bei der Quelle Sassyk-bastau entdeckt wurde und deren Saamen einen

---

1) Da ich nicht im Besitz vollständiger Exemplare von dieser Ferula bin, so gab ich nur eine ganz oberflächliche Beschreibung derselben. Eine ausführlichere ist von Hrn. v. Bunge zu erwarten.

sehr starken Geruch nach *Asa foetida* besitzen sollen. Die Pflanze selbst konnte ich bis jetzt nirgends sehen. Nach der Beschreibung in Ledeb. Flor. Ross. II, p. 305, könnte man die 6 Fuss hohe Pflanze mit Wurzelblättern von $1\frac{1}{2}$ Fuss Breite, sehr leicht für eine *Narthex* oder *Scorodosma*-Art halten. Sie scheint aber nach den Mericarpien eine echte *Ferula* zu sein, da die Rückenfläche derselben einstriemige Thälchen besitzt und die Commissur mit 7—8 Striemen versehen ist. Die Blüthen der *Ferula teterrima* sind noch unbekannt.

Bis jetzt handelte es sich um die richtige Interpretation der Pflanze von Kämpfer und in dieser Hinsicht scheinen mir die angeführten Beweise entschieden für die Ansicht zu sprechen, dass *Scorodosma* als solche angenommen werden muss. Was nun die Abstammung des im Handel vorkommenden Stinkasants anbetrifft, so gebe ich vollkommen zu, dass derselbe auch von der *Narthex* und von der *Ferula Asa foetida* Buhse geliefert werden kann. *Narthex* insbesondere, wenn sie nur wirklich in Persien vorkommt (worüber wir aber, mit Ausnahme der zweifelhaften Angaben von Dr. Falconer, gar keine positive Nachrichten besitzen) wäre dazu, wegen der Grösse ihrer Wurzel, sehr geeignet. Endlich bin ich sogar bereit, es für nicht ganz unwahrscheinlich zu halten, dass die beiden von Kämpfer gesehenen Pflanzen aus Herat und Lar verschiedene Arten waren, die Kämpfer nicht unterschieden hat, und dass eine von ihnen vielleicht *Narthex* gewesen ist. Kämpfer behauptet zwar ausdrücklich: er habe die Pflanzen von Herat und Lar genau verglichen, aber zwischen den beiden keinen Unterschied finden können[1]). Allein da er nur mit trocknen, abgeblühten oder noch stengellosen Exemplaren zu thun hatte — Zustände in welchen *Narthex* und *Scorodosma* nicht unähnlich aussehen — und ausserdem noch nach der damaligen Weise des Diagnosciren's sich mehr an das Aeussere hielt, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch eine Verwechselung stattfinden konnte. Jedenfalls ist das eben von mir Gesagte nur eine Vermuthung, auf die ich durchaus nicht berechtigt bin grösseres Gewicht zu legen, da die Original-Exemplare von Kämpfer und seine Beschreibung unzweifelhaft für *Scorodosma* sprechen. Ausserdem muss man gewiss zugeben, dass Kämpfer allerdings zu den hervorragendsten und genauesten Beobachtern des 17. Jahrhunderts gehört.

Bemerkenswerth ist die, mir von Hrn. Prof. v. Bunge gefälligst mitgetheilte Nachricht, dass in Herat und dessen Umgebungen, wo *Scorodosma* massenhaft vorkommt, heut' zu Tage überhaupt kein Gummiharz mehr gewonnen wird, während Kämpfer ausdrücklich sagt, dass dieses Product beinahe jährlich von Herat nach Gamron (Bender Abassi) exportirt wurde. Was die eigentliche Ursache davon sein möchte — ist schwer zu entschei-

1) .... «Ad rei veritatem et differentiae notas evolvendas, plantam Heratensem (quam *effoetam* Gamroni degens ex Chorasmia obtinueram) cum Disgunensi diligenter contuli; sed mentiar si ullum *in figura* discrimen viderim. Tum etiam vectoribus Heratensis Asae (quam Gamronum fere annuatim deferunt) plantam Disgunensem quum primum monstrarem, nesciis unde acceperim: suam esse illico affirmarunt, plantam *Husjeh* veram et legitimae Asae genitricem. Ex quo infero: non differrer Heatensium plantam a Disgunensi, nisi ratione soli natalis; quod in campis Chorassanensibus fortasse pinguius est, adeoque radicem majori succi apparatu instruit; id quod sterile jugum Larense tantâ ubertate non potest». Amoenit. exotic. p. 540. 541.

den. Es ist aber schon nicht unmöglich, dass mit der Einführung des grossen Opium-Gebrauches in Indien, das Begehr nach *Asa foetida*, welche früher daselbst als Delicatesse vielfach gebraucht gewesen sein soll, geringer wurde, wodurch denn, begreiflicher Weise, auch die Production des Gummiharzes in Persien abnehmen musste. Nach Dyce Duckworth soll ausserdem die *Asa foetida* Pflanze in Indien jetzt angebaut werden[1]). Zu diesem gesellt sich noch der Umstand, dass die früher so hoch geschätzten Heilkräfte des Stinkasants, jetzt etwas von ihrem ehemaligen Ruhm in Europa verloren haben, so wie überhaupt die medicinische Anwendung des Gummiharzes nur in kleinen Mengen geschieht; daher auch die jährliche nach Europa importirte Quantität keine so bedeutende sein kann.[2])

Wenden wir uns nun zur allgemeinen Schilderung der geographischen Verbreitung von *Scorodosma* und zur Betrachtung der climatischen und Bodenverhältnisse, welche das Auftreten desselben bedingen, sowie der Erscheinungen in der Entwickelungsgeschichte der Pflanze, soweit diese Momente bis jetzt verfolgt worden sind, so stellt sich *Scorodosma* als ein Pflanzentypus dar, mit eigenthümlicher Entwickelung und Lebensweise, welche im innigsten Zusammenhange mit der Natur der, von demselben bewohnten Strecken steht.

Zunächst verfolgen wir die horizontale Verbreitung der Pflanze. Als Hauptcentrum des Vorkommens des *Scorodosma* ist der nord-östliche Theil der central-persischen Hochebene anzunehmen; von da zieht die Pflanze einerseits nach Süden, nahe bis zum Littoral des persischen Meerbusens[3]), andrerseits nach Norden, wo sie die östlichsten, niedrigeren Vorketten des nördlichen Randgebirges von Persien, so wie die westlichsten von Hindukho, zwischen den Meridianen 80 und 84° übersteigt und die, an die Ebenen von Turkestan angrenzenden Abhänge des Pamir, am oberen Oxus, des Schachrisabs-tau und Ak-tau im Sarjawschan-Thale bewohnt. Von da an breitet sich die Pflanze in der ganzen Fläche zwischen Amu- und Ssyr-Darja bis zum Aralmeere, so wie auch, sehr wahrscheinlich in der Strecke zwischen Chorassan und dem Chanat Chiwa am unteren Oxus, im Lande der südlichen Truchmenen. Nördlich vom Ssyr-Darja und dem Aralmeer und westlich von diesem letzten, auf der ganzen Hochebene Ust-Ürt, scheint sie vollkommen zu fehlen. Dagegen erscheint, ganz unerwartet, in der Sandwüste Kara-Kum, am Ostufer des Caspischen Meeres[4]) (47° Br., 72° östl. Länge), wieder ein Standort von *Scorodosma*. Diese Stelle ist der äusserste, einzeln liegende, nordwestliche Grenzpunkt der Verbreitung dieser

1) Pharmaceut. Journal and Transact. 1859. Vol. 18, p. 464. — Neues Repert. für Pharm. 1859. No. 4 u. 5.

2) So werden nach Dyce Duckworth, jährl. bis 80 Ctnr. von allen Sorten von Asa foetida nach England gebracht.

3) Kämpfer's Standort: «Jugum montium in provincia *Laar*, quod a flumine *Cuur* usque ad urbem *Congo* secundum Persici sinûs tractum extenditur, duobus, alibi tribus parasangis ab littore». Das von Kämpfer erwähnte Gebirge entspricht, nach Vergleichung der von ihm skizzirten Karte, mit der neuesten von Berghaus — dem Baktyiari-Gebirge. Der Fluss Cuur — ist Kamir, der im NO-Theile dieser Gebirgskette entspringt und nach SO. fliesst. Die Benennung der Stadt *Congo* konnte ich nirgends auffinden.

4) Nicht zu verwechseln mit der nördlich und nordöstlich vom Aralmeer liegenden Sandwüste desselben Namens.

Pflanze, welche hier nur selten in einzelnen Exemplaren vorkommt und nicht die enorme Höhe besitzt, die sie am Ostufer des Aralmeeres erreicht. Für das massige Auftreten von *Scorodosma*, können folgende Grenzlinien angenommen werden: westliche Linie für Persien — Meridian 74°, für die Aralo-Caspischen Ebenen — Meridian 76°; nördliche Linie — die 45ste Parallele; östlichste, bis jetzt bekannte — Meridian 87°; endlich bildet der obengenannte Standort von Kämpfer im Baktyiari-Gebirge den südlichsten Punkt der Verbreitung. Die Richtung der horizontalen Verbreitungsfläche für *Scorodosma* ist also, im Ganzen, eine nord-nordöstliche, wobei der isolirte Standort am Ostufer des Caspischen Meeres unberücksichtigt bleibt. Sie stellt die Figur eines Dreiecks dar, dessen Basis im Persischen Gebiete liegt und dessen nördliche Spitze den mittleren Lauf des Ssyr-Darja (45° Br.) nicht überschreitet[1].

Die verticale Verbreitung des *Scorodosma* verhält sich so, dass während die Pflanze in Persien, nach Prof. v. Bunge und Bienert, noch auf Höhen von circa 3500′ vorkommt, dieselbe in der Region östlich vom Aralmeer eine Fläche bewohnt, welche kaum mehr als 150—200′ absoluter Höhe besitzt[2]) und der Standort am Ostufer des Caspischen Meeres liegt gewiss einige zehn Fuss unter dem Meeresspiegel. — Dass dieses gleichzeitige Auftreten der Pflanze, in südlicheren Breiten — im Gebirge, in nördlicheren dagegen — in tiefgelegenen Ebenen, von dem Bedürfniss einer gewissen, bei verschiedener geographischer Lage des Ortes des Vorkommens constant bleibenden und für die vollkommene Entwickelung nöthigen Temperatursumme abhängig ist, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung.

Innerhalb der erwähnten Grenzen kommt *Scorodosma* dennoch nicht an allen Stellen, sondern nur an Strecken mit angemessenem Boden vor. Es ist vorzugsweise diejenige Pflanze welche eines kieseligen, auf wasserdichter, salzhaltiger Schicht ruhenden Bodens bedarf und zwar sowohl in der Ebene als im Gebirge. In bergigen Gegenden bewohnt sie den alten sandigen Detritus, oder bisweilen auch aufgelockertes, halbzerfallenes Gerölle der schiefrigen Gebirgsarten; an ähnlichen Orten wurde sie z. B. von Lehmann im Sarjawschan-Thale, östlich von Samarkand, gesehen. Im ganzen Aralo-Caspischen Gebiete habe ich die Pflanze nur auf sandigem Boden gesehen und in Persien soll sie auch vorzugsweise solche Strecken bewohnen. In dieser Hinsicht bildet die *Scorodosma* einen Gegensatz der Aralo-Caspischen *Ferula persica*, welche nur auf dem dürren Boden der Salzlehmwüsten, nie aber in den hügeligen Sandwüsten vorkommt. Dieses tritt so scharf hervor, dass es den Einwohnern allgemein bekannt ist, und frägt man einen Kirghisen am Ust-Ürt z. B., (lehmige Hochebene zwischen Caspi und dem Aralmeer), ob die *Scorodosma* (von den Kirghisen *Sassyk-Kurai* genannt) daselbst vorkäme, so antwortet er negativ und setzt gewöhnlich hinzu, «dass es Jedermann bekannt ist, dass *Sassyk-Kurai* nur in Sandwüsten vorkommt, hier

1) Der Standort am Ostufer des Caspischen Meeres bildet auch hier eine Ausnahme: die Pflanze geht zwei Grad weiter nach Norden, was vielleicht von der westlichen Lage des Ortes abhängig ist.

2) Im südöstlichen Theile des Gebietes, etwa unter dem 40° Br. soll die Pflanze nach Lehmann wiederum ziemlich hoch in's Gebirge steigen.

aber, auf der Lehmwüste, nur der *Ilan*» (Fer. persica.) Ich halte es demnach für interessant die Verbreitung des *Scorodosma* in Persien und dem Aralo-Caspischen Gebiet specieller anzugeben, dabei aber auch das Vorkommen der ***Ferula persica*** zu berücksichtigen.

Die massigen Sandablagerungen, unzweifelhaft neuesten pelagischen Ursprunges, liegen im Aralo-Caspischen Gebiete vorzugsweise südlich von der Parallele 48° und östlich vom Meridian 79°. Beinahe ununterbrochen und nur hie und da von unbedeutenden Lehmflächen durchschnitten, ziehen sich dieselben, in Form von mehr oder weniger parallelen Sandhügelreihen vom Aralmeere einerseits nach Osten hin, die Strecke zwischen dem Jaxartes und Oxus einnehmend bis zu den Vorbergen der central-asiatischen Alpen, andrerseits aber sehr wahrscheinlich auch südlich vom Meer weit bis an den Fuss der Gebirgsketten, welche den Nordrand Persien's bilden[1]). Dieses enorme Sandmeer scheint gegen Süden eine allmählige Erhebung zu erleiden und geht zwischen 80 und 86° L., mittelst eines wenig erhabenen Gebirgslandes in ähnliche Strecken im NO-Theil von Persien (Chorassan) über. Wir haben schon gesehen dass *Scorodosma* genau derselben Richtung folgt, indem sie sich aus dem Persischen Gebiete in die Ebenen von Turkestan verbreitet. In Persien wurde die Pflanze von den Herren v. Bunge und Bienert an folgenden Orten beobachtet: Steppe bei Miandescht (2500′ hoch) 12 Farasangen SO von Schahrud (etwa 36° Br., 74° L.); an der Grenze von Afghanistan zwischen Turbeth, Scheichi-Dsham und Herat (etwa 36° Br., 79—80° L.); zwischen Birdshand und Dustabad (34° Br.); in der Gebirgssteppe bis 3500′ bei Bähiran westlich von Nehbendan (33° Br.). Am Oxus und im ganzen Bucharischen Gebiete, soll *Scorodosma*, nach den Erzählungen der Bewohner, an vielen Orten häufig vorkommen, wurde auch von Burnes daselbst und später von Al. Lehmann im Thale des Sarjawschan und in der südlichen Kisyl-Kam-Wüste beobachtet. Im Aralo-Caspischen Gebiet, östlich vom Aralmeer, bin ich der Pflanze zwischen dem 80 und 84° L. häufig begegnet, besonders an folgenden Orten: Kok-tubä, am nordwestlichen Rande der Wüste Kisyl-Kum (etwa 84° L.), Bil-Kuduk (etwa 90 Werst vom Ostufer des Aralmeeres), Tomar-Astan (43° 45′, der südlichste von mir besuchte Punkt) und Berg Akkyr am Dshany-Darja (etwa 44° Br., 83° L.). Nördlich vom Syr-Darja kommt *Scorodosma*, soweit es mir aus eigener Erfahrung und aus den Angaben der Einwohner bekannt ist, nicht vor; ebenso wenig wurde sie mit Sicherheit im Gebiete der Balchasch-Alakul Wüste nachgewiesen, obwohl schon die ***Ferula teterrima*** (Kar. und Kir), wenigstens nach der Beschreibung, etwas an *Scorodosma* erinnert. Der Standort am Ost-Ufer des Caspischen Meeres, bei dem Salzmoore Kara-tschungull (schwarze Schlucht) ist wegen seiner nördlichen Lage unter der 47ten Parallele ebenso abnorm, als eigenthümlich, da auf der ganzen Strecke nördlich vom 44ten Breitegrade, mit Ausnahme dieses einzigen Ortes, die Pflanze bis jetzt nirgends beobachtet wurde. Das Vorkommen derselben an der Ostseite des Caspi in mehr südlichen

1) Ueber die Region südlich von Chiwa ist noch im Ganzen so wenig bekannt, dass es unmöglich ist etwas Näheres darüber zu sagen.

Breiten ist nach dem, was man über diese Gegend weiss, auch kaum möglich. Aus den mitgebrachten Pflanzen lässt sich schliessen, dass diese Strecke durchweg einen lehmig-salzigen Boden besitzt und insofern das Auftreten von *Scorodosma* nicht begünstigen kann. Ausserdem erwähnen die beiden Reisenden Karelin und Eichwald, welche dieses Land etwas näher untersucht haben, auch nicht der Pflanze; diese konnte aber, wenn sie wirklich da vorkäme, kaum ihrer Aufmerksamkeit entgehen, da abgesehen von der eigenthümlichen Form und Grösse derselben, sie allen Bewohnern auf's genaueste bekannt ist.

Ueberall wo *Scorodosma* vorkommt, tritt sie nie einzeln, sondern immer gruppenweise auf. Oft sind von ihr unabsehbare Strecken bedeckt, indem sie kleine Wäldchen bildet, welche Abhänge und Kämme der Sandhügel einnehmen und der ganzen Landschaft ein eigenthümliches Aussehen geben.

Nördlich vom Ssyr-Darja ist *Scorodosma* noch nicht gefunden worden, obwohl die Sandregion des Aralo-Caspischen Gebietes noch diesseits des Flusses als ein massiges Ganzes (die Kara-Kum Wüste) etwa bis zur 48ten Parallele geht, wo die Beschaffenheit des Bodens und das Clima, ohne allmählichen Uebergang zu zeigen, einen ganz anderen Character bekommen. Es tritt hier die mehr oder weniger salzige Lehmwüste in ihre Rechte ein und mit ihr eine verhältnissmässig sehr arme Vegetation. Von dem Kara-Kum aus erstrekt sich die Lehmwüste ostwärts bis zum Ulutau-Gebirge, dem Flusse Ssary-ssu und dem Kokanischen Gebirge Kara-tau[1]), westwärts nimmt sie die ganze Fläche bis zum Caspischen Meere ein, indem sie sich zugleich nach Süden, durch die Hochebene Ust-Ürt bis in das südlichste Turcomannien und die östlichsten Vorberge der Alburskette (etwa 38° Br.) hinzieht. Wie in der Sandregion einzelne Lehmstrecken nur topographisch vertheilt waren, so sind es hier die Sandwüsten, welche insgesammt wohl nicht mehr als $\frac{1}{20}$ Theil der ganzen enormen (vom 49° bis 38° Br. und 70° bis 85° L.), an vielen Orten vollkommen vegetationslosen Wüste ausmachen. Auf den unzähligen Salzmooren und mergeligen Hügelabhängen dieser öden Gegend, kommt nun an vielen Orten und in bedeutender Menge die *Ferula persica* vor. Lehmann fand sie häufig südlich vom Flusse Irghiz bis an den Nordrand der Kara-Kum Wüste und das Littoral des Aralmeeres, und ich selbst habe die Pflanze am Flusse Emba und am Caspischen Meere, wo sie ihren westlichsten Verbreitungspunkt zu erreichen scheint, öfters beobachtet, so wie auch auf der Hochebene Ust-Ürt und südlich vom Irghiz in grosser Menge gesehen. Endlich wurden mir noch Exemplare derselben aus dem mittleren Turcomannien mitgetheilt und in der Lehmwüste am See Telekul-tata (85° L.) an der kokanischen Grenze ist die Pflanze von meinem Freunde dem Hrn. Ingenieur-Officier Belzow gefunden worden. An diesem letzten Punkte kommt sie nur selten vor und scheint hier ihre östlichste Grenze zu erreichen, da weiter nach Osten die Gegend wieder zu einer Sandwüste, der sogenannten Hunger-Wüste wird, welche sich beinahe ununterbrochen bis zum Balchasch-See hinzieht. Südlich vom Ssyr-Darja fehlt die *Ferula*

1) Eine der westlichsten Verzweigungen des Tian-Shan Kammes.

persica[1]), so viel ich weiss, gänzlich und die Angabe von Eversmann, dass diese Pflanze in der Wüste östlich vom Aralmeer und in Buchara sehr häufig vorkäme, glaube ich vielmehr als eine Verwechselung derselben mit der daselbst in grosser Menge vorkommenden *Scorodosma*, ansehen zu dürfen. Bekanntlich hat später auch Lehmann denselben Fehler begangen, indem er die neu von ihm entdeckte *Scorodosma* für *Ferula persica* hielt. Lehmann ging aber im Jahre 1840 auf demselben Wege nach Buchara, welchen Eversmann im Jahre 1816 gemacht hatte. Es ist also kaum zu bezweifeln, dass die *Ferula persica* von Eversmann *Scorodosma* gewesen ist.

Aus dieser Schilderung der Verbreitung beider Pflanzen sieht man leicht, dass *Scorodosma* ein mehr südöstlicher, dagegen die Aralo-Caspische *Ferula persica* mehr ein westlicher, zugleich aber auch nördlicherer Ferulaceen-Typus des westlichen Mittel-Asien ist; ferner dass die erste Pflanze eines beinahe ausschliesslich kieseligen, an Mineralsalzen ärmeren Bodens bedarf, während die zweite immer auf lehmigem, an Chlornatrium schwefelsaurem Natron und Kalk reicherem Boden gedeiht. *Ferula persica* und *Scorodosma* können also nie beisammen vorkommen, sondern das Auftreten der einen schliesst die andere vollkommen aus.

Die Entwickelungsgeschichte und Lebensdauer der beiden Pflanzen ist in vielen Hinsichten auch ganz verschieden.

Die *Ferula persica* bildet im ersten Frühjahr nach der Aussaat[2]) in der Regel nur ein Cotyledonarblatt, welches zwei bis drei Wochen nach dem Freiwerden der linearen Cotyledonen vom Epicarpium, aus der Mittelknospe entsteht. Es ist zweimal gefiedert und unterscheidet sich von den, im höheren Alter der Wurzel, hervorsprossenden Blättern dadurch, dass es nicht wie jene behaart, sondern beinahe ganz glatt und glänzend ist. Drei bis vier Wochen nach dem Erscheinen trocknet dieses Blatt allmählich ab und die Pflanze scheint zu Grunde zu gehen. Eine nähere Untersuchung der Wurzel zeigt aber, dass diese dabei ganz kräftig sich verhält und nach dem Vertrocknen des Blattes an Dicke zunimmt. In diesem Zu-

1) Die Aralo-Caspische *Ferula persica* scheint mir, wie ich es schon erwähnt habe, von der, in Herbarien und Gärten vorkommenden Willdenow'schen Pflanze in mancher Hinsicht abzuweichen und bildet entweder eine selbstständige Art, oder eine, vielleicht durch die Eigenschaften des Bodens, bedingte Varietät, welche ziemlich constant bleibt. Vor allem sind die Wurzeln beider Pflanzen verschieden: die Aralo-Caspische hat eine höchstens bis 1 Zoll dicke Wurzel, welche in der Regel nur sehr wenige Aeste abgiebt und eine schwarze Rinde besitzt; die Wurzel der in den Gärten cultivirten ist bedeutend dicker, mehr knotig als in die Länge gestreckt, verzweigt und hat eine schmutzig gelbliche Farbe. Die Blätter sind auch nicht ganz ähnlich: die Segmente erster und zweiter Ordnung stehen nämlich bei der Aralo-Caspischen Pflanze viel weiter von einander ab, die Segmente der dritten Ordnung sind oval, mit weniger tief eingeschnittenen Lappen und (wenigstens an einigen von mir gesehenen Exemplaren) bedeutend grösser. Die Inflorescenz der Aralo-Caspischen Pflanze ist eine üppige, im Ganzen der von Scorodosma (im Kleinen) nicht unähnliche wirbelständige Dolde, während ich dieses an den Herbarienexemplaren und auch in der Abbildung von Hope nicht bemerken konnte: letztere hatten einen ärmlichen Blüthenstand. Leider war ich so unglücklich nur trockenen Pflanzen zu begegnen und kann deswegen nicht näher auf sie eingehen. Ob diese Form in Persien vorkommt, ist noch nicht sicher. Soviel ich mich erinnere, habe ich sie im schönen persischen Herbarium von Prof. Bunge nicht gesehen.

2) Nach den mit *Ferula persica* Willd. im Würzburger Botanischen Garten angestellten Versuchen.

stande nun bleibt die Pflanze den ganzen Sommer und, wenn sie durch die Kälte nicht beschädigt wird, den Winter hindurch. Wie sich die Entwickelung des Pfläuzchens im nächstfolgenden Frühjahr gestaltet und wie viele Jahre die Wurzel der *Ferula persica* braucht um die nöthige Kraft zu erlangen einen Stengel emporzutreiben — sind Fragen, welche durch directe Culturversuche noch nicht beantwortet sind. Nach den Ueberresten des Bastgewebes der Blattstiele an der *Coma* ist es vielleicht erlaubt zu glauben, dass die Pflanze dazu nicht weniger als drei Jahre bedarf. Während der Blüthezeit, so wie bei Ausbildung des Fruchtknotens zu jungen Saamen, verliert die *Ferula persica* ihre Wurzel- und Stengelblätter nicht, diese bleiben im Gegentheil ziemlich frisch bis zur Periode des mehr vorgerückten Fruchtreifens und trocknen erst dann allmählich ab. Nach dem Absterben des erst gebildeten Stengels, entstehen an der Spitze der Wurzel, innerhalb der büscheligen Coma, abermals 1 — 4 neue Knospen welche die Anlage zur Stengelbildung im künftigen Jahre sind. Von diesen entwickeln sich aber nicht alle zu neuen Pflanzen, sondern nur eine, selten zwei, die übrigen zwei sterben ab. So geht es eine ganze Reihe von Jahren[1]) fort, und *Ferula persica* ist also als eine *planta perennans pleïocarpica* anzusehen.

Ganz anders steht es mit der Entwickelung von *Scorodosma*. Während bei *Ferula persica*, die einmal, obwohl während einer ziemlich langen Periode, ausgebildete Wurzel eine Reihe von Pflanzengenerationen zu produciren im Stande ist, bedarf die von *Scorodosma* zu ihrer vollständigen Entwicklung einer viel grösseren Anzahl von Jahren und einmal dazu gekommen, treibt sie rasch einen mächtigen, mit enormer schöner Dolde versehenen Stengel empor und stirbt alsbald vollkommen ab. Das Nahrungs-Material welches die Wurzel für ihre Entwickelung jahrelang gesammelt hat, wird von der aus ihr entstehenden Pflanze in höchstens 50 Tagen ohne Rückstand verbraucht.

Keimende *Scorodosma*-Saamen hatte ich nicht die Gelegenheit gehabt, während der Reise, an Ort und Stelle zu beobachten; dagegen war ich anwesend bei den Culturversuchen, welche Hr. Prof. Schenk mit den von mir im J. 1857 gesammelten Saamen im Frühling dieses Jahres anstellte.

Die Aussaat wurde Ende Februar angestellt und gleichzeitig mit *Scorodosma* wurden auch Saamen von *Ferula persica*, *Narthex Asa foetida*, *Dorema Ammoniacum*, *Ferula Schaïr* und noch einiger Umbelliferen eingepflanzt. Alle Töpfe wurden in ein Winterbeet gestellt. Nach etwa 28 Tagen (als schon 7 Exemplare von *Dorema* bereits gekeimt hatten), sprossten auch zwei[2]) *Scorodosma*-Saamen hervor. Die Cotyledonen derselben waren dicht von dem Epicarpium eingeschlossen und befreiten sich von demselben wiederum erst nach drei Wochen. Die Hauptursache dieses langsamen Abstossen's des Epicarpium kann vielleicht dem anhaltenden Regenwetter und Mangel an Sonnenlicht zugeschrieben werden.

1) Im Botanischen Garten zu Würzburg habe ich ein Exemplar von *Ferula persica* Willd. gesehen, welches nach gefälligster Mittheilung des Hrn. Prof. Schenk schon 18 — 20 Jahre im Garten existirt und bei günstigem Sommer blühende Stengel und vollkommen reife Früchte trägt.

2) Einige Tage später keimte noch ein Saame; das Pflänzchen war aber äusserst schwach, sehr blass gefärbt und ging bald zu Grunde.

welche Umstände gewiss von ungünstigem Einfluss auf die Entwickelung der Pflänzchen gewesen sind. Mit dem Eintreten heller und wärmerer Tage wurden die Pflänzchen in kleinere Töpfe umgesetzt und erhielten sich nach dieser Operation vollkommen gut. Die Cotyledonen wurden nun frei und erschienen als hellgrüne, mit dünnsten Härchen bedeckte, lineal-lanzettförmige Blättchen, welche einander gegenüber eine beinahe horizontale Stellung hatten und an den Enden zurückgerollt waren. Zwischen ihnen sah man alsbald die Anlage des ersten Blattes als eine weissfilzige, dunkler gefärbte, einfach gefaltete Knospe. Diese von guter Witterung begünstigt, entwickelte sich nach 10 Tagen zu einem langgestielten, eiförmigen, bis 1 Zoll langen, $2\frac{1}{2}$ Lin. breiten Blatte, welches an der oberen Seite dunkelgrün und halbmatt, an der unteren Fläche aber, sowie an dem mit sparsamen, abgerundeten Zähnchen versehenen Rande, mit einem schön weissen, zierlich-büscheligen Flaum bedeckt war. Der Mittelnerv bildete an der Rückseite einen hervorspringenden behaarten Kiel und Anlagen der paarigen, gegabelten Seitennerven waren an dem, etwas gefalteten Blatte, als ein zartes Netz gut wahrzunehmen. Im Ganzen sah das erste Blättchen den Abschnitten letzter Ordnung bei erwachsenen *Scorodosma*-Blättern sehr ähnlich[1]). In diesem Zustande blieben die Pflänzchen bis Anfang Mai, wobei sie eine sehr geringe Zunahme im Wachsthum zeigten, nur ragte das kleine, noch kahle Collum der kleinen $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Lin. dicken Wurzel etwas über die Erde empor, was in früheren Tagen nicht bemerkt wurde. Dann fingen die Cotyledonen und das Blättchen an allmählich gelb zu werden, die Pflänzchen wurden welk, neigten sich gegen den Boden zu und trotz aller Vorsichtsmaasregeln, die Herr Prof. Schenk angewendet hatte, schien die ganze Ansaat zu Grunde zu gehen. Die Pflänzchen wurden nun näher untersucht und es erwies sich, dass die Wurzeln, trotz dem Verschwinden der Blätter, vollkommen frisch und kräftig geblieben waren. Es blieb nun anzunehmen, dass dieses Absterben der gebildeten Blätter eine, zwar eigenthümliche aber doch normale Erscheinung ist, welche bei cultivirten Exemplaren zu derselben oder nahe derselben Zeit eintritt, als bei wild wachsenden Pflanzen in ihrer Heimath. Es ist auch in der That dieses der Fall, da bei *Scorodosma* z. B. im Aralo-Caspischen Gebiete in der Regel auch zwischen Mitte April und Anfang Mai die Blätter absterben. Ende Juni wurde eine solche eingezogene *Scorodosma*-Pflanze wiederum besehen. Die Wurzel war jetzt schon bis 2 Lin. dick; in der Form wurde keine besondere Veränderung bemerkt. Am 15ten August aber zeigte sich eine merkwürdige Gestaltung derselben. Der obere, vor Diesem dickere Theil hatte sich auf eine merkwürdige Weise in die Länge gestreckt und nicht unbedeutend an Dicke abgenommen; am Collum konnte man

---

1) Die Narthex verhält sich, was das lange Einhüllen der Cotyledonen durch das Epicarpium anbetrifft, nahe ebenso wie Scorodosma. Die Cotyledonen sind dunkelgrün, lineär, nach dem Freiwerden an einander anliegend, oder nur unbedeutend auseinanderstehend und nicht nach rückwärts eingerollt, dagegen hatte ein Exemplar Cotyledonen, deren Spitzen gespalten waren. Das Gewebe der Cotyledonen scheint viel solider zu sein als bei Scorodosma. Das erste Blättchen entwickelt sich etwas langsamer, ist flach, glatt und von vorne hin schon 2fach gefiedert. Die Abschnitte zweiter Ordnung sind in kleine spitzige Lappen getheilt; Blattstiel dünn, sehr lang.

schon deutlich einige wenige Bast- und Gefässbündel unterscheiden, welche somit die erste Anlage der Coma bilden und ihre Entstehung dem abgestorbenen Blatte verdanken. Vom Collum hinab, zeigte die gräuliche Rinde der bis 2 Zoll langen Wurzel quer parallel verlaufende Falten, am untersten Theil war sie dagegen beinahe glatt und heller gefärbt. Am merkwürdigsten aber war die, am unteren Theil der Wurzel auf einmal eintretende, keulenförmige, bis über 2 Lin. starke Verdickung derselben, welche anfangs die Vermuthung veranlasste: die Wurzel sei umgekehrt in die Erde eingepflanzt worden, alsbald aber als ein eigenthümliches Wachsthumphänomen angenommen werden musste. Ganz am Ende der Keule ist eine kleine knopfförmige Papille sichtbar, welche ohne Zweifel den Ausgangspunkt für die Entstehung der Nebenwurzeln (von denen schon eine anwesend war) bildet. Auf den ersten Blick ist man geneigt zu glauben, dass bei dieser merkwürdigen Veränderung in der Form der Wurzel, dieselbe im Zustande des Absterbens sich findet und dass der obere Theil schon wirklich zu Grunde gegangen ist; allein eine junge, frische bis $1\frac{1}{2}$ Lin. grosse Blattknospe innerhalb der kleinen Coma beweist deutlich, dass die Wurzel vollkommen kräftig und lebensfähig und die ganze Umgestaltung derselben eine normale Erscheinung ist. Eine ganz ähnliche Aenderung in der Form der Wurzel wurde auch an *Dorema*-Exemplaren beobachtet und wird wohl für alle Ferula-Arten geltend sein, die in ähnlichen, die Vegetation im Ganzen mehr verhindernden climatischen Verhältnissen sich entwickeln müssen, wie die beiden genannten Pflanzen. Es wäre höchst wünschenswerth, dass die von Hrn. Prof. Schenk angesäeten Ferulaceen den nächst folgenden Winter gut vertragen möchten, da eine weitere Verfolgung der Entwickelung derselben von grossem Interesse sein wird.

Wie gross die Anzahl der Jahre sein mag, welche zur vollkommenen Entwickelung der *Scorodosma*-Wurzel zu einer stengelbildenden nöthig sind — ist eine Frage, die jetzt, aus Mangel an Beobachtungen, noch nicht beantwortet werden kann. Früher glaubte ich aus der Vergleichung der Dicke verschiedener Wurzelexemplare und der Anzahl der Bastbündelreihen an der Coma einen Aufschluss über diese Frage zu haben und schätzte die, zur Ausbildung einer Wurzel, welche im Stande wäre einen Stengel emporzutreiben, nöthige Zeitperiode, auf 3—5 Jahre. Allein die eben geschilderten Culturversuche mit *Scorodosma*, die Bildung der ersten Reihe der Coma an einer nur 2 Lin. dicken Wurzel, sind schlagende Beweise dafür, dass es ein Irrthum war und dass 3 Jahre keinesweges und 5 Jahre nur vielleicht als der kürzeste Termin für die vollständige Entwickelung der *Scorodosma*-Wurzel anzunehmen sind. Ich enthalte mich also jeder Vermuthung und überlasse die Entscheidung der Frage entweder den Culturversuchen, oder neuen Beobachtungen an Ort und Stelle und zwar in günstigerer Jahreszeit, als diejenige, in welcher ich meine Beobachtungen angestellt habe.

Während nun die erste Lebensperiode des *Scorodosma* — die Entwickelung der Wurzel — einer sehr grossen Reihe von Jahren bedarf, geschieht die Entwickelung des 5—7 Fuss hohen, mächtigen Stammes, der Blätter, Blüthen und Früchte, in einer merkwürdig kurzen

Zeit. Das ganze Leben der Pflanze selbst beträgt, von der Bildung der Wurzelblätter und der Stengelknospe an, bis zum vollständigen Absterben derselben, sammt der Wurzel nicht über 40 bis 50 Tage! In wie viel Zeit die einzelnen Theile der Pflanze, bis zum Aufblühen derselben sich entwickeln, ist nicht genau anzugeben, da über diesen Gegenstand keine directen Beobachtungen existiren und die Pflanze in Blüthe überhaupt nur einmal, von Lehmann gesehen worden ist. Aus einigen Beobachtungen über das Erwachen der Frühlingsflor um Buchara, die wir auch Lehmann verdanken, ist man aber zu vermuthen berechtigt, dass *Scorodosma* kaum vor der zweiten Hälfte des März-Monats ihren Stengel zu treiben anfängt. So fingen, nach Lehmann «die Pappeln erst am 5. März an zu blühen; «am 12. sah er die ersten Blüthen von ***Ranunculus aquatilis;*** am 17. die ersten Apricosen- «blüthen; am 18. zeigte sich das erste Grün auf den Weiden; am 23. erschienen die ersten «Tulpensträuse auf dem Bazar; am 25. die ersten Blätter auf den Ulmen und am 27. «blühte eine *Adonis;* am 31. zeigten sich einige Blüthen an den Kätzchen von ***Morus.*** Den «2. April fielen schon die Kronenblätter der Apricosen ab und am 10. d. M. erschienen «die ersten Blätter an den *Cucurbitaceen*, an *Daucus Carota* und *Brassica oleracea.*» Nun ist dabei zu berücksichtigen, dass 1) die von Lehmann aufgezählten Pflanzen, grösstentheils Culturpflanzen sind, welche auf einem schon durch Dünger verbesserten Boden wachsen, ausserdem noch in der Nähe der Wohnungen, wo sie vor Ungewitter geschützt, in ihrer Entwickelung befördert werden; 2) Lehmann's Beobachtungen in Buchara angestellt worden sind, also um einen Grad und einige Minuten südlicher, als der Brunnen Nasarbai-Kuduk, wo Lehmann am 12. April blühende *Scorodosma* gesehen hat; wenn aber bei dem sehr geringen Bodenrelief der ganzen, östlich vom Aralmeer liegenden Gegend, ein Grad Unterschied von N. nach S. zu unbedeutend ist um eine merkliche Veränderung im Klima zu verursachen, so ist doch nicht zu vergessen, dass in Buchara, als einem stark bevölkerten Ort, die Temperaturen gewiss ganz andere waren, als in der offenen Wüste. Endlich zeigt auch das verhältnissmässig späte Aufblühen selbst solcher Gewächse, wie Pappeln, Ulmen, Tulpen u. s. w., die alle zu den frühesten Verkündigern des Frühlings gehören, dass die Wärme kaum soweit fortgeschritten ist, um die Entwickelung einer Pflanze, wie *Scorodosma* befördern zu können. Ich glaube also, dass man ohne einen allzu grossen Fehler zu begehen annehmen kann, dass *Scorodosma* im Aralo-Caspischen Gebiet ihre Wurzelblätter und den Stengel nicht vor dem letzten Drittheil des März entfaltet. Nehmen wir nun ferner an, dass die Exemplare, welche Lehmann am 12. April schon mit einzelnen verblühten Blumen und welkend gewordenen Blättern gesehen hat, erst vor 5—6 Tagen ihre ersten Blüthen entfalteten[1]), so könnte die Zeit, von etwa 20. März, bis

1) Ich nehme eine verhältnissmässig ziemlich lange Zeit, da überhaupt das Aufblühen der Pflanzen und das Reifen der Früchte bei dem trockenen, subtropischen Klima der Aralo-Caspischen Ebenen ungemein rasch vor sich geht. Häufig sieht man z. B. Tulpen am Morgen erst kaum aufblühend und am anderen Tage sind die Sepala derselben schon welkend und fallen leicht ab. Viele Frühlingspflanzen: ***Rochelia. Echinospermum, Hypecoum, Roe-***

zum 7. April (= 18 Tage), als diejenige angesehen werden, welche für die Ausbildung der ganzen *Scorodosma*-Pflanze mit Blättern und Blüthenknospen nöthig wäre. Während des Blühens werden die Stengel- und Wurzelblätter allmählig schlaff und die ersten fallen, mit sehr seltenen Ausnahmen, ab. Die vertrockneten Bracteen und bandförmigen Hüllen der untersten Dolden, so wie die Wurzelblätter halten sich längere Zeit und man findet dieselben, an entsprechenden Stellen der Pflanze, sogar im späten Herbst. Das Verblühen und Reifen der Saamen muss, bei immer zunehmender Hitze, äusserst schnell vor sich gehen. Die von mir, in der zweiten Hälfte des Mai, südlich vom Ssyr-Darja gesehenen Exemplare entbehrten schon der grössten Zahl ihrer Saamen; die Epidermis des entblätterten Stengels hing in Fetzen und die Wurzel war vollständig trocken und todt.

Eine ausführliche Beschreibung von *Scorodosma* zu geben, halte ich kaum für nöthig, da Hr. Prof. v. Bunge schon die Charaktere der Pflanze, nach Lehmann's Exemplaren ausgezeichnet schön in den *Reliquiis Lehmannianis*[1]) geschildert hat und die von mir gesehenen Exemplare nur Fruchtexemplare sind und ausserdem von der Beschreibung nicht wesentlich abweichen. Das Einzige was ich noch erwähnen will, ist, dass bei der Analyse der weiblichen Blumen ich die, von Prof. v. Bunge beschriebenen, an der Basis des Stylopodium sitzenden zweilappigen Drüschen (rudimentäre Staubgefässe) durchaus nicht finden konnte, was auch dem Hrn. Prof. Schenk nicht gelungen ist. Ferner sind in der Beschreibung von Hrn. Bunge die bis $2\frac{1}{2}$ Zoll langen, 2 Lin. breiten bandförmigen Hüllen an der Basis der weiblichen fruchttragenden Dolden der untersten Zweige des Blüthenstandes nicht erwähnt worden, und zwar aus dem Grunde, weil Lehmann zufälliger Weise nur die obersten doldentragenden Zweige des Stengels, welche keine solche Hüllen besitzen, eingelegt hat und Hr. Bunge also nur das in die Beschreibung eintragen konnte, was an den Exemplaren zu sehen war.

Das *Scorodosma* ist den Bewohnern des Aralo-Caspischen Gebietes allgemein unter dem Namen *Sassyk-Karai* oder *Keurök-Kurai* bekannt, was soviel als *stinkendes Rohr* bedeutet. Die Bucharen nennen es *Sassyk-Kawar* oder auch einfach *Kawar*. Die Kirghisen verabscheuen die Pflanze wegen des ekelhaften Geruches, der selbst bei vollkommen trocknen Exemplaren in der Nähe noch kaum auszuhalten ist und Kopfschmerzen verursachen kann. Ueber die medicinische Anwendung des Gummiharzes konnte ich Nichts erfahren und es scheint, dass dieselbe den Einwohnern vollkommen unbekannt ist, obwohl sie alle sehr gut wissen, dass die Wurzel und die Doldenstiele ein Gummiharz ausschwitzen. An den Dolden habe ich nur wenige hirse- bis linsengrosse, halbdurchsichtige, im Bruche glänzende Tröpfchen von gelblich-rother Farbe und fürchterlichem Geruch beobachtet. Dagegen findet man am Kopf der ein Paar Zoll über den Boden emporragenden Wurzeln,

---

meria, *Spirorhynchus* etc. zeigen dasselbe. Innerhalb drei Tagen werden die Früchte schon halbreif. Endlich erinnere ich auch an die schon erwähnte Beobachtung von Balfour an *N. Asa foetida*, bei welcher, nach dem Erscheinen der ersten Antheren um 11 Uhr Morgens, man am Abende desselben Tages solche schon zu Hunderten zählen konnte.

1) P. 309 (133), no. 549.

innerhalb des Coma, ziemlich bedeutende Klumpen, welche braun gefärbt und von Sandtheilchen verunreinigt sind. Ursprünglich, bei noch lebenden Wurzeln und unzweifelhaft nur im Frühjahr (im späten Herbst sind die Wurzeln im Allgemeinen sehr wenig saftig), ist das Gummiharz, als Milchsaft in mächtigen, zu Bündeln von beinahe 3″ Durchmesser zusammengelegten Gefässen enthalten, welche in concentrischen Kreisen in der, aus langgestreckten verdickten Zellen bestehenden Substanz der Wurzel eingebettet sind. Die Substanz der Wurzel ist graulich-weiss; die Gefässbündel sind dagegen gelblich gefärbt. Die Rinde der frischen noch lebenden Wurzeln ist etwas korkig, graulich-braun, häufig mit einem Stich in's Violette. Die äusseren Schichten derselben bekommen bei älteren Wurzeln tiefe Rinnen und Furchen, welche der Quere und Länge nach verlaufen und bei der Bildung neuer Korkschichten lösen sich die früher gebildeten Schichten in Form von viereckigen Schuppen. Bei abgestorbenen Wurzeln wird die Substanz brüchig, locker und lässt sich ziemlich leicht zerzupfen; dabei fällt sie durch Absterben der Zellen und Gefässe zusammen und die faltig gewordene Rinde bedeckt die Wurzel wie ein breiter Sack. Der Fäulniss widersteht die Wurzel sehr stark, ebenso auch alle Theile der Pflanze. Ich habe häufig vom Winde umgeworfene Exemplare gesehen, welche vielleicht schon vor zwei Jahren abgestorben waren, und doch konnte man an denselben keine Spur von Fäulniss bemerken, ja der ekelhafte Geruch lies sich deutlich verspüren, besonders beim Anzünden. Parasitische Gewächse an abgestorbenen Pflanzen habe ich, mit Ausnahme eines *Hysterium?* nicht gesehen.

Es bleiben mir noch einige Worte über die erste Tafel der beigelegten Abbildungen zu sagen, auf welcher der allgemeine Habitus von *Scorodosma* dargestellt ist. Es wird vielleicht Manchem auffallen, dass auf dieser Abbildung die fruchttragende Pflanze mit noch ganz frischen Blättern entworfen ist, während es im Text ganz ausdrücklich gesagt worden war, dass diese schon während der Blüthezeit zu welken anfangen und bald darauf vertrocknen und abfallen. Ich bitte nun ausdrücklich beachten zu wollen, dass dieses Abweichen der Tafel I. von dem beschriebenen Aussehen der fruchttragenden Pflanze mit Absicht gemacht worden ist, um möglicherweise irgend welche Veranlassung zu Verwechselungen der *Narthex*, welche normal keine Stengelblätter besitzt, mit *Scorodosma*, welche dieselben erst später verliert, zu vermeiden. Die Abbildung ist mit der grössten Genauigkeit nach einem trocknen Exemplare der ganzen Pflanze von meinem Freunde, Hrn. Künstler Kamensky, wirklich meisterhaft entworfen worden. Um die Stellung und Form der Blätter etc. genauer zu übergeben, wurden die betreffenden Pflanzentheile, durch Einwirkung von Wasserdampf, möglichst in ihre natürlichen Verhältnisse gebracht. Alles wurde angewendet, um durch die vorliegende Abbildung des *Scorodosma* Jedermann eine richtige Einsicht in die allgemeinen Charaktere der Pflanze zu geben, und als beste Empfehlung dieser Abbildung kann die äusserst günstige Meinung vom Hrn. Prof. Bunge dienen, der selbst Gelegenheit hatte unzählige Mengen von *Scorodosma* in Persien zu beobachten.

II. Die Ammoniak-Pflanzen.

Die ältere Geschichte des *Ammoniak's* bietet wenig Material zur näheren Bestimmung der dasselbe liefernden Pflanze. Nirgends finden wir eine, wenn auch nur oberflächliche, Beschreibung des Aussehens der Pflanze, nach welcher man etwa die Beziehung der Pflanze der Alten zu den uns jetzt bekannten Mutterpflanzen des Gummiharzes entnehmen könnte. Galenus spricht von einer «*Lacryma Agasyllidis seu Ferulae lacryma*», ohne etwas Näheres über die Abstammung derselben zu sagen. Aus Dioscorides[1]), welcher wahrscheinlich zum ersten Mal den Namen *Ammoniacum* gebraucht hat, erfahren wir nur, dass der Saft auch von einer *Ferula* stammt, welche in der afrikanischen Provinz Cyrene, bei dem Tempel des Jupiter Ammon vorkommen soll, woher auch der Name «*Ammoniacum*» dem Gummiharze (h. e. *Gummi, quod ad Ammonis Oraculum gignitur*) gegeben wurde. Nach anderen soll Dioscorides dem Harze die Benennung «*Ammoniacum*» von dem Vorkommen der Pflanze an sandigen Stellen (*sic dictum ἀπὸ τῆ ἄμμȣ, quod supra arenam concrescat*) gegeben haben. In neuerer Zeit wurde eine Ammoniak führende *Ferula*, soviel bekannt ist, in Afrika nicht wieder gefunden, was vielleicht einen Zweifel über die Identität des *Gummi Ammoniacum* der Alten mit dem jetzt bekannten hervorrufen könnte. Allein, wenn man die Verwandtschaft der climatischen Verhältnisse von Syrien und Persien einerseits, wo Ammoniak gebende Pflanzen in Menge auftreten, mit denen von Ost-Afrika andererseits näher in's Auge fasst, so wird man, glaube ich, keinen Grund finden die Möglichkeit der Verbreitung derselben über den Isthmus von Suez und die *Arabia petraea* in die Wüsten von Ost-Afrika zu bestreiten, um so mehr, als wir dasselbe auch an manchen anderen Pflanzen sehen, deren Hauptsitz unzweifelhaft in Asien nachzuweisen ist, so z. B. den Calligoneen, den Atraphaxis-Arten etc. Die trocknen, salzhaltigen oder sandigen Ebenen und Hochländer von Central-Asien gehen beinahe ununterbrochen in ähnliche Landstriche Ost-Afrika's über, wobei auch der Charakter der Flora der ersteren sich in den letzteren zum Theil wiederholt und sich innig an die dem afrikanischen Continente angehörige Flora anschliesst.

Die Coryphäen der Botanik des Mittelalters: C. Bauhinus, J. Bauhinus, Lobelius, Dodoëns etc. etc. sagen Nichts neues über die Ammoniak-Pflanze, sondern wiederholen mit verschiedenen Varianten die Angabe von Dioscorides. Dem verdienstvollen Erforscher Persien's im 17. Jahrhunderte, Kämpfer, scheint die Pflanze auch entgangen zu sein und die ersten Herbarium-Exemplare der verschiedenen Ammoniak-liefernden Gewächse sind erst in den letzten Decennien in die Museen Europa's gelangt.

Die erste ausführliche Beschreibung einer der Ammoniak-Pflanzen wurde im J. 1829 von dem Engländer Don gegeben[2]). Don stellte die generischen Diagnosen der Pflanze

1) Lib. III. Cap. LXXXVIII. (XCVIII.) p. 439, ed. Kuehn 1829.

2) Transact. of the Linn. Society. Vol. XVI. P. I. p. 600 sqq.

*

auf, welche er mit dem Namen *Dorema* belegte, nach den vom Lieutenant Wright in der persischen Provinz Irak-Adshemi in der Nähe von Jezd gesammelten Exemplaren. Dieselbe Pflanze soll aber, nach Mérat (Dictionn. Universel de matière médicale, Vol. I.), schon Rob. Brown gekannt haben und noch früher hatte ein Geognost, Hr. Fontanies, welcher im Auftrage der französischen Regierung die Levante besuchte, dieselbe gefunden, worauf er Exemplare und sogar eine Zeichnung an das «Musée d'Histoire Naturelle» schickte. Aber weder Rob. Brown noch Fontanies haben etwas über diesen Gegenstand publicirt, die von ihnen gesehenen Pflanzen konnten andere Arten gewesen sein und Don muss als der erste angesehen werden, der uns eine gute Beschreibung der Ammoniak-Pflanze geliefert hat, und zwar derjenigen Art, welche die grösste Verbreitung in Persien zu haben scheint, nämlich: *Dorema Ammoniacum* Don. Nahe zu derselben Zeit als *Dorema Ammoniacum* von Col. Wright entdeckt wurde, nämlich zwischen den Jahren 1825 und 1832, fanden Aucher-Eloy und Szovits noch zwei in Persien einheimische Arten derselben Gattung: *Dor. glabrum* Fisch. et Meyer und *Dor. Aucheri* Boiss. Diese Arten scheinen mehr westliche und höher im Gebirge auftretende Formen zu sein, da *D. glabrum* von Szovits auch in Transkaukasien (Armenien) beobachtet worden war, wo *D. Ammoniacum* gar nicht vorkommt[1]). Später wurden an einzelnen Orten in Persien noch einige *Dorema*-Arten gefunden, welche bis jetzt aber nur als Seltenheiten in grösseren Herbarien aufbewahrt liegen. Als solche sind zu erwähnen: das *D. robustum* Loftus mit sehr charakteristischen ellipsoidalen Früchten und äusserst entwickelten breiten Striemen; das *D. hirsutum* Loftus, eine in der Nähe von *D. Aucheri* Boiss. stehende Art, welche aber durch grössere, an beiden Enden mehr zugespitzte und mit zartestem Flaum bedeckte Saamen von derselben verschieden zu sein scheint. Beide Pflanzen wurden von Dr. Loftus im Jahre 1852 bei Kirrind im südlichen Persien entdeckt. Ebendaselbst fand er auch noch eine dritte Art, *Dor. odoriferum*, welche ein ganz merkwürdiges Aussehen hat und sich von allen bis jetzt bekannten ausgezeichnet schön unterscheiden lässt. Es scheint eine kräftige Pflanze zu sein und blüht auffallender Weise noch im September, während die anderen Arten meist Frühlingspflanzen sind. Die Exemplare von Dr. Loftus, welche ich durch die Güte des Hrn. Prof. Bennett im British Museum mir ansehen konnte, bestehen aus Wurzelblättern und dem oberen Theil des Stengels mit blühenden Aesten. Der Stengel ist oben fingerdick und kantig; die Kanten ziemlich scharf und stark behaart. Der Blüthenstand bildet einen *racemus paniculatus*, wie bei *D. Ammoniacum*, nur etwas compacter; die blumentragenden Aeste sind verhältnissmässig kurz ($\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ Fuss), dick und theilen sich in Aestchen, welche an ihrem Insertionspunkte mit zahlreichen, breiten, halbkreisförmigen, etwas zugespitzten Scheiden umgeben sind und in Aehren aufsitzende Dolden erster Ordnung tragen. Die kurzgestielten Dolden theilen sich in mehrere längliche Radien, auf welchen

1) Im J. 1850 fand Dr. Buhse südlich von Damgan, am Gebirgszuge Kuhi-Rischm (in Persien) auch eine *Dorema*-Art, von der er aber keine ausführliche Beschreibung gegeben hat, da er nur Wurzelblätter und vertrocknete Stengel zu sehen bekam. Buhse glaubt, dass diese Art mit *D. Aucheri* Boist identisch ist.

kleinere Dolden der zweiten Ordnung aufsitzen; Dolden beider Ordnungen sind mit Hüllen versehen, welche den die Basis der Aeste und Aestchen umfassenden Scheiden sehr ähnlich, aber kleiner sind. Alle Blumen sind Zwitter; die 3 — 4 in der Mitte jeder kleinen Dolde abortiv. Wurzelblätter bis 2 Fuss lang und breit, im Umrisse beinahe rautenförmig, grau-grün. Der cylindrische Blattstiel theilt sich in 3 grosse Segmente erster Ordnung, welche wiederum dreifach gefiedert sind; Segmente letzter Ordnung fleischig, lineär-walzenförmig. Der Fruchtknoten war an den von mir gesehenen Exemplaren noch sehr wenig entwickelt. Gummiharz röthlich, von eigenthümlichem, angenehmem Geruch. Einige Exemplare zeigten auch proliferirende Dolden in der Weise, dass die Axe der untersten durch die 2 — 3 oberhalb derselben liegenden Dolden durchgewachsen ist.

Die eben erwähnten höchst interessanten *Dorema*-Arten sind aber, ihrer Seltenheit wegen, kaum als Mutterpflanzen des verkäuflichen Ammoniak's anzusehen. Als die für die Gewinnung des Gummiharzes, schon wegen ihrer grossen Verbreitung (von Persien aus bis tief in die Balchasch-Alakul-Wüste [1]) wichtigste *Dorema*-Art muss *D. Ammoniacum* Don genannt werden, deren Verbreitung und einzelne Standorte des Vorkommens wir jetzt verfolgen werden. Nachdem das *D. Ammoniacum* zuerst von Wright in Persien entdeckt worden war, wurde es im Jahre 1840 von Lehmann und in den Jahren 1857 und 1858 von mir selbst in den Sandwüsten östlich vom Aralmeer und am Ssyr-Darja beobachtet. Endlich verfolgten in den Jahren 1858 und 1859 die Herren Prof. v. Bunge und Bienert die Verbreitung der Pflanze in den von ihnen besuchten Provinzen Persien's und die Pflanzengeographie verdankt ihnen die schönsten Untersuchungen über diesen Gegenstand.

Für die Verbreitung des *Dor. Ammoniacum* Don ist als Centrum unbedingt Persien anzunehmen. Von da aus wendet sich die Pflanze nach NNO, indem sie, das *Scorodosma* begleitend, das niedrigere Gebirgsland an der nördlichen Grenze von Persien, zwischen dem 78° und 79° L., überschreitet und in die Ebenen des Amu-Darja (Oxus) gelangt. Im Lande zwischen dem Amu- und Ssyr-Darja kommt sie an sehr vielen Orten in grosser Menge vor und zwar immer von *Scorodosma* begleitet. Während ich aber diese letzte Pflanze nördlich vom Ssyr-Darja nicht gesehen habe, wächst *Dor. Ammoniacum* noch nördlich von der 45. Parallele, aber nur östlich vom Meridian 83° von Ferro. Ueberall folgt es streng der Vertheilung und Richtung der Sandwüsten und ist als eine exquisite Kieselpflanze zu betrachten. Westlich vom Meridian 83°, scheint sie unter demselben Breitengrade (z. B. im südlichen Theile der Kara-Kum-Wüste) nicht mehr vorzukommen. Das Nichtauftreten der Ammoniak-Pflanze in der Kara-Kum-Wüste ist sehr wahrscheinlich durch die nahe

1) Das von Karelin und Kirilow auf Sandhügeln der Songarei entdeckte *D. paniculatum* ist, nach der Beschreibung von Ledebour in Flor. Ross. p. 306, kaum für eine, von *D. Ammoniacum* verschiedene Art anzunehmen. Die Behaarung der Blätter ist kein wesentlicher Charakter, da bei blühendem *D. Ammoniacum* dieselben auch behaart sind; ebenso wenig die Breite der Abschnitte der letzten Ordnung, welche ungemein variiren. Das *Disserneston gummiferum* Jaub. et Spach ist ebenfalls ein, nach schlechten Exemplaren, als neue Gattung beschriebenes *D. Ammoniacum*. Dasselbe gilt von dem, in Walpers Annal. Tom. V. fasc. I. 1858, erwähnten *D. aureum* Stocks.

Lage dieser letzteren zu der Hochebene Ust-Ürt und zu der nach Norden ganz offenen Lehmwüste bedingt, wo die Wintertemperaturen bei weitem niedriger sind, als am Ssyr-Darja und in der Gegend östlich vom Aralmeer. Als westliche Grenze des *Dor. Ammoniacum* in Persien kann mit grosser Wahrscheinlichkeit der Meridian von Schahrud (73° L.) angenommen werden, da weiter nach Westen ein mehr bergiges Land eintritt, während die Pflanze, nach den bis jetzt bekannten Beobachtungen von Dr. Buhse und Prof. v. Bunge nicht die Höhe von 4000′ übersteigt. Im Aralo-Caspischen Gebiete kann der Meridian des Ost-Ufers des Aralmeeres als westliche Grenze der Verbreitung bezeichnet werden, obwohl es auch nicht unmöglich ist, dass südlich vom unteren Laufe des Oxus die Pflanze noch etwas weiter nach Westen geht. Der südlichste bis jetzt bekannte Punkt der Verbreitung derselben in Persien ist Bähziran, unweit Neh (33° 30′ Bunge und Bienert). Die ganze Verbreitungsfläche der *Dor. Ammoniacum* Don hat die Figur eines stumpfwinkeligen Dreieck's, dessen südöstlicher (stumpfer) Winkel nahe unter 33½° Br. und 80° L. liegt und die beiden spitzigen: der nördliche etwa unter 45° 30′ Br. und 84° L. (Wüste nordöstlich von Ak-Metschet) und der westliche unter 37° 30′ Br. und 73° L. (Schahrud) ihre Lage haben.

Specielle Orte des Vorkommens von *Dor. Ammoniacum* Don sind in Persien folgende: Jezd in der Provinz Irak-Adshemi (Wright ex Don); Bedescht, Miandescht, unweit Schahrud (37° Br.); Ssäbsäwar, Nishabur (37° Br.); Gurjan bei Herat (35° Br.); zwischen Gurjan und Chaf (Rui); Birdshand (34° Br.); Dustabad; Bähziran bei Neh (33½° Br.; die letzteren 4 Orte liegen im Cohistan). Nach den Hrn. Prof. Bunge und Bienert, denen ich die Mittheilung dieser speciellen Standorte verdanke, kommt die Pflanze in der Wüste und im Gebirge bis 4000′ häufig vor. In dem Aralo-Caspischen Gebiete ist sie besonders häufig in den enormen Sandwüsten zwischen den Flussbetten des Kuwan und der Dshany-Darja; ferner in der Nähe des Chan-Usäk (südlicher Nebenfluss des Ssyr-Darja), wo gegen das Ende Mai 1858 schöne blühende Exemplare gesammelt wurden und nördlich vom Ssyr-Darja, am äussersten Ende der Sandwüste Kulbai-bugut (45° Br., etwa 84° L.), von wo die Pflanze mir von den Kirghisen mitgebracht wurde.

Das *Dor. Ammoniacum* erreicht im Aralo-Caspischen Gebiete selten die Höhe von 6—7 Fuss; die meisten von mir gesehenen Exemplare waren nicht höher als 4—5′, viele waren auch niedriger; unter 3 Fuss Höhe kommt die Pflanze aber nicht vor. Der blattlose, hohle, an den Internodien mit Scheidewänden versehene, gestreifte Stengel ist in der Regel pfeilgerade und an der Basis 1 bis 2 Zoll dick; dann verschmälert er sich allmählig und theilt sich in 12 bis 16 aufsteigende Aeste, welche 1—1½ Fuss lang sind. Diese tragen nun entweder einfach kurzgestielte, in Aehren gestellte, kopfförmige Blumendolden, oder theilen sich anfangs in kürzere (¼—½ Fuss lange) dünne Nebenäste, auf welchen schon die Dolden aufsitzen. Den letzten Fall beobachtete ich ziemlich selten und zwar nur an den untersten Verästelungen des Stengels. Stengel und Zweige sind vor dem Aufblühen der Pflanze schön gelb-grün und mit einem eigenthümlichen, sternförmigen,

weissen Flaum bedeckt, so dass sie wie graulich angelaufen aussehen. Gleich nach dem Aufblühen und während der Ausbildung des Fruchtknotens fängt dieser Flaum an allmählig zu verschwinden und bei reifen Fruchtexemplaren (noch mehr bei vertrockneten Pflanzen) wird der Stengel ganz kahl, glatt und etwas glänzend. Stengelblätter fehlen gänzlich; an deren Stellen finden sich nur oval-lanzettförmige, den Stengel dicht umfassende Scheiden, deren oberer lang ausgezogener Theil immer zurückgeschlagen ist. Die Wurzelblätter, was die Grösse anbelangt, variiren sehr; meistens besitzen sie 1 Fuss Länge und Breite, häufig findet man aber auch solche, die 1½′ lang und bis 1¼′ breit sind. Der gemeinschaftliche Blattstiel ist im unteren Theile mit einer breiten Rinne versehen, welche sich nach oben immer verschmälert; im oberen Theile dagegen beinahe cylindrisch, bei jungen Blättern behaart. Etwa ¾ Fuss von der Anheftungsstelle an der Wurzel theilt er sich in 3 Segmente erster Ordnung, welche einfach oder doppelt gefiederte Segmente 2ter Ordnung tragen. Die einzelnen, lederartigen Lappen sind, mit Ausnahme des obersten, paarig gestellt, oval-rautenförmig und laufen mit einer Seite auf den Stiel herab, wodurch sie eine eigenthümliche, schiefe Gestalt bekommen. Die Breite und Länge derselben ist sehr verschieden (von 1″ Länge und ½″ Br. bis 2—3″ L. und 1¼—1½″ Br.). Der Mittelnerv verläuft nicht symmetrisch in der Mitte, sondern in der Regel immer näher zum freien (nicht herablaufendem) Rande des Lappens und bildet, durch seine gegabelten Verästelungen, eine äusserst zierliche Zeichnung an beiden Flächen desselben. Die Lappen der jungen Blätter sind an der unteren Seite und an dem etwas eingekerbten Rande mit schönem, sternförmigem, schneeweissem Flaum bedeckt; an der oberen Seite dagegen kahl, dunkelgrün und glänzend. Beim Aufblühen der Pflanze werden sie sehr schnell welk, gelb, verlieren ihre zierliche Behaarung und trocknen sehr rasch vollkommen ab. Der zusammengesetzte Blüthenstand besteht aus 12—16 Zweigen, welche kurzgestielte, kopfförmige, in einer flachen Spirale aufsitzende Dolden tragen. Blüthen sehr kurz gestielt, beinahe sitzend und von dichtem, weichem Flaum umhüllt. Alle sind zwitterig; die mittleren (3—5) in jeder Dolde besitzen in der Regel keine ausgebildeten Griffel und Narben. Kelch 5-zähnig mit sehr kleinen, kurzen Zähnchen. Kronenblätter oval, zugespitzt mit eingekerbter, abgerundeter Spitze, am Rande etwas gezähnelt, membranös, weiss, in der Mitte mit einem starken, an der Dorsalfläche erhabenen, dicht behaarten grünlich-gelben Nerv versehen. Staubfäden länger als die Kronenblätter; Antheren beinahe rund, goldgelb, zweilappig. Griffelpolster flach-conisch, achtlappig mit 2 aufrecht stehenden (bei weiterer Ausbildung des Fruchtknotens divergirenden) Griffeln, welche an der Spitze kopfförmige Narben tragen. Frucht breit-eiförmig, im unreifen Zustande stark behaart, später beinahe kahl. Theilfrüchte flach, an der Dorsalfläche mit drei engen, mittleren, und zwei breiten, erhabenen, randständigen Riefen. Thälchen einstriemig, wegen der Grösse der vor Milchsaft strotzenden Striemen stark über die Riefen hervorragend. Commissur flach oder sehr schwach gewölbt mit zwei[1]) (nach Don 4) sehr breiten, gut entwickelten Strie-

1) Die zwei anderen Striemen sind sehr oft nur rudimentär.

men, welche nahe an der, vom zweitheiligen Saamenträger durchsetzten Rinne liegen. Saame oval, breit, etwas convex. Embryo breit, oval, am unteren Ende etwas ausgebuchtet mit oberständiger Radicula.

Was die Entwickelungsgeschichte von *Dorema Ammoniacum* anbetrifft, so ist diese in den Hauptmomenten sehr mit der von *Scorodosma* übereinstimmend. Das Keimen der Saamen geht aber, nach angestellten Versuchen, viel leichter und schneller als bei dieser letzten Pflanze. Von den in Würzburg ausgesäeten Saamen keimten beinahė alle vortrefflich und nicht einmal $\frac{1}{3}$ derselben ging in der allerersten Periode der Entwickelung zu Grunde. Die Cotyledonen sind lineär, fleischig, an den Spitzen nicht zurückgerollt und befreien sich nur langsam von der Saamenhülle. Die Bildung des ersten Blattes geschieht gleichzeitig mit *Scorodosma*; auch ziehen die jungen Pflänzchen zu derselben Zeit ein. Die eirunden mit schönen gegabelten Nerven versehenen, auf der oberen Fläche dunkelgrünen, auf der unteren und am Rande mit dichtem, sternförmigem, weissem Flaume bedeckten Blättchen wurden im Anfange des Mai gelblich, schlaff und trockneten alsbald sammt dem ganzen über der Erde stehenden Theil der Pflänzchen vollkommen ab. Die Wurzeln sind bis jetzt (August) noch vollkommen kräftig, von der Dicke eines Bleistiftes und zeigen genau dieselbe merkwürdige Veränderung in ihrer Form, von der schon bei *Scorodosma* die Rede war.

Die Zeit, welche eine *Dorema*-Wurzel bedarf, um einen Stengel emporzutreiben, kann nach diesen Culturversuchen und nach der Zahl der Reihen der Bastbündel an der Coma, ebenso hoch gesetzt werden, wie bei *Scorodosma*, d. h. mindestens 5 Jahre. Die Entwickelung des Stengels und der Blüthen geschieht aber im Aralo-Caspischen Gebiete anderthalb Monate später, nämlich in den letzten Tagen des Mai. Diesem gemäss könnte man vielleicht annehmen, dass *Dorema* zu ihrer Entwickelung einer viel bedeutenderen Summe von Wärmegraden bedarf als *Scorodosma*. Die jüngeren Wurzeln, welche noch keinen Stengel getrieben haben, sind bis 1′ lang und über $\frac{3}{4}''$ dick; die kräftigsten, stengeltragenden, die ich gesehen habe, waren nicht über $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}'$ lang, bei $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Form der Wurzeln gleicht meist der eines Rettigs und bildet ein Ganzes, welches nur sehr wenige Nebenwurzeln treibt. Zuweilen aber bekommen die Wurzeln einen sehr kurzen Körper und theilen sich in einer Entfernung von etwa 3 oder 4 Zoll von dem oberen Ende in 2—4 dicke Aeste, welche sich beinahe horizontal im Sandboden ausbreiten. Nach der Bildung des Stengels sterben die Wurzeln vollständig ab. Die Rinde ist braun bis beinahe schwarz, zuweilen aber auch grau; sie zeigt an der Oberfläche quer verlaufende Ringfurchen, ist aber im Ganzen ziemlich glatt und löst sich nicht in Schuppen auf, wie es bei *Scorodosma* der Fall ist. Die weissliche Substanz der Wurzel ist schwammig, besteht mehr aus zelligen Elementen und enthält nur spärliche Gefäss- und Bastbündel; daher sie auch viel leichter auseinander zu brechen ist, als die von *Scorodosma*. Junge (3—4jährige?) Wurzeln sind äusserst reich an Milchsaft, welcher bei anhaltender Gluth des Bodens durch die in der Rinde entstehenden Risse in grossen Tropfen ausfliesst und den umgebenden

Sand tränkt. Beim Erstarren entstehen sehr feste braun-graue Massen, welche man beim Ausgraben der Wurzeln öfter findet. Eine sehr reichliche Ausschwitzung des Saftes findet auch zwischen den Bastbündeln der Coma statt und dieses ist die braune, schlechtere, von Sand verunreinigte Sorte von Ammoniak, das sogenannte «*Gummi Ammoniacum in massis.*» Wurzeln, welche Stengel getrieben haben, besitzen anfangs nur äusserst wenig, später gar keinen Saft, so dass an einer solchen Wurzel selbst der specifische Geruch nach Ammoniak kaum bemerkbar ist. Der Fäulniss widerstehen die Wurzeln von *Dorema* überhaupt viel schwächer als die von *Scorodosma*, was höchst wahrscheinlich vom reichlichen Gehalt an einer gährungsfähigen Substanz abhängig ist, welche gegenüber den Wachs- und Harzbestandtheilen der Wurzeln überwiegend ist. Das in den Achseln der blumentragenden Aeste und an der Basis der kleinen Dolden, sowie auch am Stengel ausgeschwitzte Gummiharz ist milchweiss mit einem eigenthümlichen perlmutternen Schimmer und weich wie Wachs. Es bildet gewöhnlich erbsen- bis nussgrosse Tropfen; oft sogar Klümpchen von 4—6‴ Durchmesser. Längere Zeit der Wirkung der Luft ausgesetzt, überziehen sich die Tropfen mit einer gelblichen, spröden Kruste, welche ohne Zweifel durch höhere Oxydation eines Theiles des im Gummiharze enthaltenen ätherischen Oeles und Verwandlung desselben in Harz entsteht.

Den Bewohnern von Persien, sowie auch den Bucharen und Kirghisen ist *Dor. Ammoniacum* sehr gut bekannt; die Gewinnung des Gummiharzes im Grossen scheint aber in Persien allein getrieben zu werden. In Buchara wird das Product nur für den inländischen Gebrauch gesammelt, indem es als Arzneimittel von den Bucharischen Aerzten, unter dem Namen «*Kandal*» angewendet wird. Mit demselben Namen «*Kandal*» oder auch «*Kämak*» wird, nach v. Bunge und Bienert, die Pflanze auch in Persien belegt, wogegen Col. Wright den Namen «*Weschak*», Dr. Buhse aber «*Oschak*» als die wahren Benennungen der Pflanze in Persien angeben. Es ist übrigens sehr wahrscheinlich, dass in verschiedenen Provinzen der Pflanze auch verschiedene Namen gegeben werden. Von den Kirghisen wird *Dor. Ammoniacum* — *Bal-Kurai*, d. h. Honig-Rohr, genannt. Diese Benennung rührt entweder von dem nicht unangenehmen, süsslichen Geruch des frischen Gummiharzes oder auch von dessen Farbe her, welche dem, aus Buchara stammenden, weissen Traubenhonig ähnlich ist. Das Gummiharz wird von den Kirghisen nicht gesammelt, da sie von demselben sowohl in der Volksmedicin, als auch in der Hauswirthschaft gar keinen Gebrauch machen.

III. Die Galbanum-Pflanzen.

Der einzige Autor des Alterthums, der uns mit dem Namen *Galbanum* bekannt machte, ist wiederum Dioscorides. Seine Angaben beziehen sich aber mehr auf das im Handel vorkommende Gummiharz, dessen Eigenschaften er ausführlich beschreibt. Von der Pflanze, welche dasselbe liefert und die er gewiss selbst nicht gesehen hat, giebt er nur an, dass sie in Syrien wachse und auch eine Art *Ferula* sei.

Aus den mannigfaltigen Benennungen und kurzen, wenig characteristischen Beschreibungen der Botaniker des Mittelalters: C. Bauhinus, Lobelius, Tabernaemontanus, Parkinson, Plukenett etc., ist es äusserst schwer zu entnehmen, was ihre *plantae galbaniferae* gewesen sind und die rohen, schematischen Abbildungen, welche die Beschreibung versinnlichen sollten, verwickeln die Sache mehr, als sie dieselbe erleichtern.

Schon der alte Linné glaubte in seinem *Bubon Galbanum* die wahre Mutterpflanze des Gummiharzes zu besitzen; allein nach Don soll dasselbe weder den Geruch noch den Geschmack des Galbanum haben, sondern in diesen Eigenschaften sich mehr dem gewöhnlichen Fenchel nähern. Ferner soll die Form der Mericarpien von *Bubon Galbanum* Linn. von derjenigen der Saamen, welche Don selbst im verkäuflichen Galbanum gefunden hat, ganz abweichen, woraus Don ebenfalls den Schluss zieht, dass die Pflanze von Linné nicht die Mutterpflanze des Gummiharzes sein kann. Vollkommen mich an die von Don über das *Bubon Galbanum* L. ausgesprochene Ansicht anschliessend, aber nur von dem Gesichtspunkte ausgehend, dass die Pflanze insofern nicht als Mutterpflanze des Galbanum angesehen werden kann, als sie zu den Seltenheiten gehört, glaube ich hervorheben zu müssen, dass Don selbst zu viel Gewicht auf die von ihm im verkäuflichen Gummiharze gefundenen Saamen gelegt hat, als er, sich bloss auf die Charaktere derselben stützend, im Jahre 1829 seine neue Gattung *Galbanum* aufstellte. Solche in verkäuflichen, immer verunreinigten Gummiharzen vorkommende Saamen sind noch durchaus kein Beweis, dass sie derselben Pflanze angehören, von der das Gummiharz abstammt; sie können ebenso gut einer ganz anderen angehören und nur zufälliger Weise beim Sammeln des Gummiharzes im Grossen in dasselbe mit hineingerathen sein. Daher ist auch die Aufstellung einer neuen Gattung, wie von Don geschehen, nach solchen Belegen eine sehr bedenkliche, die nur zu Missverständnissen und Verwechselungen führen kann.

Die von Lindley in «Edward's Botanical Register[1])» beschriebene *Opoïdia galbanifera*, welche am 27. Juni 1838 von Mc. Niell bei Dehrud (Chorassan) gesammelt wurde, und deren Exemplare ich weder im British Museum, noch anderswo finden konnte, scheint eine derjenigen seltenen Galbanum-Pflanzen zu sein, welche von einem Reisenden als die wahren, irgend ein im Handel vorkommendes Gummiharz liefernden angesehen, von anderen dagegen nicht wiedergefunden und deshalb geleugnet werden. Da die *Opoïdia* nun in der That nur einmal von Mc. Niell gesehen wurde, so ist es wohl kaum zulässig sie als die rechte Mutterpflanze des Galbanum-Harzes anzunehmen; um so mehr als dieses letztere, trotzdem dass es vielleicht von allen Gummiharzen dasjenige ist, welches in der Medicin am häufigsten gebraucht wird (*Empl. gummosum*, *Empl. adhaesivum* etc.), verhältnissmässig nur wenig höher im Preise steht, was schon voraussetzt, dass es von einer im Lande, wo das Harz gewonnen wird, häufig vorkommenden Pflanze abstammen muss. Endlich sagt auch Lindley selbst, dass das von der Pflanze gelieferte Gummiharz nach den

1) Vol. XXV. 1839. Miscellan. Notes. p. 64—66.

Untersuchungen und Vergleichungen, welche Dr. Pereira auf seine Bitte angestellt hat, sich nicht als echtes Galbanum erwies, sondern nach den Eigenschaften in der Mitte zwischen Asafoetida, Ammoniacum und Galbanum steht.

Als eigentliche Mutterpflanze des aus Persien stammenden Galbanum ist wohl ohne Zweifel diejenige Pflanze zu bezeichnen, welche von Aucher-Eloy und Kotschy gesammelt, von Boissier im Jahre 1844 in «Ann. des Scien. natur.» als *Fer. erubescens* und später in «Diagnos. plantar. oriental. novar.» (Ser. II. Fasc. 2. 1856) als zwei kaum wesentlich verschiedene Arten: *Fer. gummosa* und *Fer. rubricaulis* Boiss. beschrieben wurde. Dieselbe Pflanze ist, soviel man aus der Beschreibung schliessen kann, auch von Dr. Buhse im Jahre 1850 und von Prof. v. Bunge und Bienert, während der letzten Expedition in Chorassan, wiedergefunden worden.

Nimmt man die *F. gummosa* und *F. rubricaulis* von Boissier als verschiedene Arten an, so stehen die Pflanzen von v. Bunge und Buhse, nach der Structur der Mericarpien, näher zu der *F. rubricaulis* Boiss. Diese stimmen mit der Beschreibung von Boissier in «Diagn. plant. orient.» gut überein, nur besitzen die Thälchen der Rückenfläche der von mir gesehenen Früchte nur eine sehr breite, mit gelblichem, stark aromatischem Oel gefüllte Strieme und nicht 2—3 schmale, unregelmässige, wie Boissier will; die Commissur ist striemenlos, gestreift. Nach Buhse[1]) ist der Stengel der Pflanze an der Basis über 1 Zoll dick, mit Mark angefüllt, stielrund. Wurzelblätter $1\frac{1}{2}$—2 Fuss lang, über $\frac{1}{2}$ Fuss breit; die oberen Stengelblätter sind viel kleiner. Alle Blätter sind vierfach-fiederschnittig und die Segmente letzterer Ordnung eiförmig, sehr klein, 5—7-lappig. Die Blüthen gelb, zwitterig oder an den seitlichen Dolden durch Fehlschlagen männlich; sie stehen in zusammengesetzten Dolden, deren scheidenförmige Hüllen früh abfallen oder auch gänzlich fehlen.

Die *F. rubricaulis*, welche, nach Dr. Buhse, in Persien *Khassuih* genannt wird und das schönste Galbanum «in lacrymis» liefern kann, da sie an diesem Stoff äusserst reich zu sein scheint, ist stellenweise im ganzen nördlichen Gebiete Persien's verbreitet; im südlichen Persien ist sie von Kotschy im Gebirge Kuh-Daëna gefunden worden. Nach Dr. Buhse's Angaben soll sie am Demawend sehr häufig vorkommen und bis auf eine Höhe von 4000—8000′ im Gebirge wachsen. In der ganzen Alburskette, zwischen dem südöstlichen und dem südwestlichen Winkel des Caspischen Meeres, so wie im Talysch-Gebirge fehlt sie gänzlich. Dagegen an den Abhängen des Älwend, bei Hamadan, soll sie in Menge vorkommen; auch am Rande der grossen centralpersischen Salzwüste trifft man sie stellenweise. Prof. Bunge hat die Pflanze im Gebirge bei Ssäbsewar, zwischen Gurjan und Chaf, westlich von Herat, und in der hohen Wüste, westlich von Chaf, beobachtet. Die ganze bis jetzt bekannte Verbreitung dieser Galbanum-Pflanze, welche dem persischen Boden ausschliesslich einheimisch zu sein scheint, liegt also zwischen dem 36° und 32° (Kuh-Daëna?) Breite und dem 66° (Hamadan) und 79° (Gurjan) Länge.

1) Bullet. de la Soc. des natural. de Moscou. Bd. 23. 1850.

Das Gummiharz soll nach Dr. Buhse von den Bewohnern der Gegend am Demawend nicht durch Einschnitte an der Pflanze gewonnen werden, sondern einfach durch Sammeln des am unteren Theile des Stengels und an der Basis der Blätter in grossen Tropfen austretenden Saftes. Zum Industriezweig wird das Gewinnen von Galbanum nur in der Umgebung von Hamadan, wo die Pflanze in reichlicher Menge vorkommt. Das freiwillig austretende Gummiharz ist bernsteingelb, von nicht unangenehmem, stark aromatischem Geruch und wird zwischen den Fingern alsbald weich. Der Geschmack desselben ist schwach bitter.

Einige vollkommen reife Saamen der *Fer. rubricaulis* Boiss. wurden Ende März 1860 im Würzburger Botan. Garten ausgesäet und 3 von ihnen keimten in der zweiten Hälfte des April. Die linearen Cotyledonen waren vom Epicarpium lange Zeit bedeckt und wurden erst frei im ersten Drittheil des Mai. Das zierliche, dreifach-fiederspaltige erste Blatt war über einen Zoll lang bei 4—5‴ Breite und die Segmente dritter Ordnung theilten sich in 3—5 kleine Läppchen. Das ganze Blatt, so wie auch der bis 1½″ lange, gracile Blattstiel erschien grünlich-grau in Folge der dichten, schön sternförmigen Behaarung. Ende Mai fingen die Pflänzchen an zu welken und trockneten alsbald gänzlich ab. Die Wurzeln schienen dabei lebensfähig geblieben zu sein.

Während die *Fer. rubricaulis* (*gummosa*) Boiss. unzweifelhaft als die Mutterpflanze des persischen Galbanum angesehen werden kann, kommt im Aralo-Caspischen Gebiete noch eine *Ferula*-Art vor, welche von den Bewohnern «*Schaïr*»[1]) genannt wird und deren Milchsaft auch die Eigenschaften des verkäuflichen Galbanum besitzt. Ich begegnete dieser *Ferula* am 16. Mai 1859 während eines Ausfluges in die nordöstlich von Fort Peroffsky (Ak-Metschet) am Ssyr-Darja liegende salzlehmige Wüste, welche sich gegen die Flüsse Ssary-Ssu und Tschu hinzieht. Hier fand ich die Pflanze auf sonnigen, dürren, beinahe vegetationslosen Strecken in der Nähe des Sees Kotschkan-Ssu. Sie wuchs theils in der Ebene, theils auf den unbedeutenden, von N. nach S. gegen den Ssyr-Darja zu verlaufenden Hügelketten, im Ganzen in sehr geringer Menge. Später erfuhr ich aber von meinem Freunde, dem Hrn. Ingenieur-Officier Belzow, dass etwa drei Meilen weiter nach Osten von dem Orte, wo ich die ersten Exemplare der Pflanze entdeckt habe, dieselbe von ihm in grosser Menge, aber schon gänzlich vertrocknet, gefunden worden ist. Leider hatte ich nicht die Gelegenheit gehabt nochmals diese Stelle zu besuchen und musste mich nun mit den wenigen, aber recht schönen Exemplaren, welche halbreife Saamen und einige Blüthen an sich trugen, begnügen.

Das erste, was mir an dieser Pflanze auffiel, war der starke Geruch nach Galbanum, welchen man in der Nähe derselben deutlich bemerken konnte. Ferner hatte sie einige Eigenthümlichkeiten, welche in anderen, von mir gesehenen Arten nicht vorzukommen schienen. Eine genauere Untersuchung der Pflanze zeigte, dass sie eine in der Nähe von

1) Im Allgemeinen bedeutet das Wort «Schaïr» in der Kirghisensprache soviel als Harz; in diesem Falle ist die allgemeine Bedeutung des Wortes auf eine bestimmte Pflanze übertragen.

der, mir nur aus der Beschreibung von Ledebour bekannten *Fer. soongorica* Pall. in Willd. herb., stehende, jedoch sehr verschiedene Art ist. Die Pflanze wurde nun beschrieben und eine Zeichnung derselben (Tab. V.) nach vollkommen frischen Exemplaren entworfen[1]). Ich hielt es für passend, die neue Pflanze mit demjenigen Namen zu belegen, unter welchem sie den Bewohnern des Ssyr-Darja bekannt ist. Hierbei folgt die Diagnose und Beschreibung derselben.

Ferula Schaïr Borszcz. nov. sp.

F. tota glaberrima, purpureo-violascens, nitens. Caule tereti, medullâ farcto, striato, foliato, in superiore parte verticillato-ramoso; foliis omnibus ternato-supradecompositis, radicalibus caulinisque inferioribus amplissimis: segmentis pinnatisectis, laciniis lineari-subulatis subfalcatis, acutis integerrimis, medio sulcatis; vaginis foliorum inferiorum ovato-acuminatis, mediis basi inflatis, foliosis, summis aphyllis. Inflorescentiâ compositâ, verticillato-umbellatâ: umbellis mediis brevius pedunculatis, amplis foemineis fructiferis, lateralibus 3—4 longissime pedunculatis sterilibus; *umbellis masculis minutissimis, capituliformibus ad basin umbellarum feminearum, brevissime pedunculatis, pedunculo basi dilatato, floribus vix conspicuis; antherarum filamentis crassis perbrevibus;* involucris involucellisque *nullis.*

Hab. In deserto sterilissimo argilloso-salso ex septemtrione fl. Ssyr-Darja inter lacus Kotschkan-Ssu et Aryss. Floret initio Maji.

A *Fer. soongorica* Pall., quae mihi ex descriptione tantum nota, optime notis cursive impressis differt. Ex umbellarum mascularum situ et formâ quodammodo ad *F. sinaïcam* Boiss. a me non visam appropinquatur.

Radix perennans, pedalis fusiformis, oblique in terram descendens, simplex vel uno alterove ramo accessorio instructa, medio 3 poll. crassa, ad collum parum angustata, coma setacea rigida coronata. Cortex griseo-albidus rugulosus in squamulas parcas secedens. Caulis $2\frac{1}{2}$—3-pedalis, erectus, basi plus quam pollicem crassus, apice in ramos umbelligeros, subverticillatos 22—25 divisus, ad vaginarum foliosarum vel aphyllarum insertionem nodis interceptus; extus striato-sulcatus, pulcherrime violaceo-purpureus, glaberrimus laevis nitens, intus farctus medullâ albidâ vasis laticigeris magnis copiosisque percursâ. — Folia omnia violaceo-colorata, glaberrima. Folium radicale solitarium, lato-triangulare, maximum, sesquipedale. Petiolus communis basi in vaginam ovato-cucullatam, caulem amplectentem abiens, fere 3-pollicaris, subteres, medulla farctus dividitur in segmenta primaria rhombea tria, quorum lateralia minora et breviora, brevius petiolata, medium longius petiolatum, fere pedale., Segmenta secundaria et tertiaria triangulari-rhombea, pinnatim disposita petiolata, petiolis omnium teretibus, striato-sulcatis, medulla farctis, fragilibus. Laciniae lineari-subulatae coloratae, planiusculae, medio canaliculatae, apice subfalcatae, integerrimae, glaberrimae, fere $1\frac{1}{2}$ poll. longae, $\frac{1}{2}$ lin. latae, acutae. Folium

1) Diese hübsche Skizze der ganzen Pflanze verdanke ich der Güte eines Officieren von Fort Peroffsky, Herrn Sergejew.

caulinum inferiùs radicali simillimum, sed paullo minus; superiora subito multo minora, in vaginas amplas inflatas striatas, pulcherrime violaceas sensim dilatata, vel in caulis summa parte, ad vaginas tantum restricta. Inflorescentia composita: rami florigeri $3\frac{1}{2}$—5″ longi, $2\frac{1}{2}$—3‴ crassi: inferiores 2—4 in axillis foliorum superiorum vel vaginarum aphyllarum solitarii[1]); superiores quaterni vel quini in verticilla dispositi. Umbellae ramorum mediae foemineae, omnes fructiferae, $2\frac{1}{2}$—4 poll. latae, hemisphaericae, breve pedunculatae, 12—18-radiatae: radiis 1—2″ longis umbellulas foemineas fertiles, 12—15 floras sustinentibus; umbellae laterales 3—4 ad basin cujusque umbellae fructiferae, illâ 4-plo minores, longissime pedunculatae, 11—13-radiatae: radiis umbellulas 7—9-floras foemineas steriles, corymbulosas gerentibus. Umbellae masculae 2—3 arcte ad basin feminearum fertilium[2]) insidentes, minutissimae ($1\frac{1}{2}$—2 lin.), capituliformes, subdecemflorae, pedicello brevissimo ($1\frac{1}{2}$—2 lin.) deorsum dilatato, plano suffultae, valde caduces. Involucra involucellaque nulla. Flores foeminei fertiles sterilesque minuti (vix ultra $\frac{1}{2}$ lin.), longissime pedicellati, pedicello 2—3-lineari; calycis violaceo-colorati dentes triangulares patentissimi acuti; petala ovata, planiuscula, albida, medio crassa, membranaceo-marginata, cum lacinula longe acuminata inflexa; stylopodium crateraeforme 10—12-lobulatum crassum, stylis divergentibus apice curvatis, demum elongatis reflexis, stigmata globoso-capitata gerentibus, vel omnino rudimentariis. Flores masculi vix conspicui, foemineis plus quam duplo minores, pedunculis (radiis umbellular.) brevibus crassiusculis insidentes; calycis dentes obsoletiores, recti; petala flavicantia; stamina petalis fere duplo breviora: filamentis crassis teretibus antheris magnis, laete flavis — duplo brevioribus. Stylopodium 6-lobum, lobis obsoletis; stylorum loco tantum papillae minutissimae. Fructus (semimaturi) a dorso compressi, ovali-elliptici, deorsum parum angustati atque basi et apice paullulum retusi. Mericarpia crassa: jugis dorsalibus 3 parum elevatis acutis, lateralibus 2 in marginem latum, crassum inflexum abeuntibus. Vittae in valleculis dorsalibus 4 (rarissime 6) atque in commissura parum convexa 2, amplae, latae, succo lacteo copioso repletae, valde prominentes (ita ut juga immersa appareant) epicarpio tenui membranaceo tectae. Carpophorum bipartitum, semiliberum. Semen complanatum ovali-ellipticum ab epicarpio aegre secernibile; albumen corneum; cotyledones lineares radiculâ superâ.

Die Culturversuche mit *Fer. Schaïr.* welche im Botanischen Garten zu Würzburg angestellt wurden, sind misslungen; wenigstens in diesem Jahre haben die Saamen, trotz aller Pflege, nicht gekeimt und die erste Entwickelung derselben konnte also nicht verfolgt werden. Uebrigens wird dieselbe kaum im Wesentlichen von der Entwickelung des *Scorodosma*, *Dorema* etc. abweichen. Ebenso bin ich geneigt zu glauben, dass auch *F. Schaïr* kaum vor 5 Jahren nach der Aussaat einen Stengel zu bilden im Stande ist.

---

1) Hinc inde specimina luxuriantia inveniuntur, quibus rami florigeri jam ex axillis foliorum radicalium vel caulinorum inferiorum erumpunt (Cfr. tab. V.). Umbellae talibus in ramis flores vel prorsus abortivos gerunt, aut, foecundatione etiam peractâ, perfectae evolutionis inopes, sed cito marascentes. — 2) Rarissime in una alterave umbella foeminea sterili etiam 3—4 flores masculi, intra radios insidentes observantur (Cfr. tab. VII, fig. 3).

Ausgeschwitztes Gummiharz habe ich an der Pflanze nicht bemerkt; dagegen floss beim Einschneiden aus den im Gewebe des Stengels verlaufenden Gefässen ein zäher Milchsaft, welcher vollkommen den Geruch von Galbanum besass und auch aromatisch-bitter schmeckte. Die Menge des Saftes war natürlich eine geringe, da die Pflanze selbst schon zu weit entwickelt war; ich glaube aber nicht, dass in jungen Pflanzen- und Wurzelindividuen die Menge desselben auch im Frühjahr eine beträchtliche sein kann.

Erklärung der Tafeln.

Tab. I.

Scorodosma foetidum Bge. — Allgemeines Aussehen der ganzen Pflanze in $\frac{1}{4}$ nat. Grösse.

Tab. II.

Scorodosma foetidum Bge.

1. Oberster, mit Bracteen versehener Theil der Pflanze. Man sieht eine (mittlere) weibliche, eine zwittere und eine männliche (unterste) Dolde. (Nat. Gr.).
2. Oberster Theil des Stengels mit einer junge Früchte tragenden Dolde. Einige ♀ Blümchen sind abortiv. (Nat. Gr.).
3. Zwei Drittel eines Wurzelblattes; die Scheide des Blattstieles ist abgeschnitten. (Nat. Gr.).
4. Scheide eines oberen Stengelblattes. (Nat. Gr.).
5. Eine männliche Umbellula, 3mal vergr.
   5a. Isolirte männliche Blume, 8mal vergr.
   5b. Kelch u. unvollständig entwickeltes Stylopodium mit rudimentären Griffeln, 8mal v.
   5c. Anthere von hinten } 40mal vergr.
   5c. Dieselbe von vorne } 40mal vergr.
6. Eine abortive Umbellula, 3mal vergr.
   6a. Isolirte abortive Blume ders., 3mal vergr.
   6b. Kelch und Stylopodium mit rudimentären Griffeln, 8mal vergr.
   6c. Stylopodium von oben, 8mal vergr.
7. Weibliche Umbellula, 3mal vergr.
   7a. Isolirte weibliche Blume, 8mal vergr.
   7b. Ein sehr junger Fruchtknoten } 8mal vergr.
   7c. Derselbe im Längsschnitt } 8mal vergr.
   7d. Derselbe im Querschnitt } 8mal vergr.
8. Eine Umbellula mit reifen Saamen. (Nat. Gr.).
   8a. Ein Mericarpium von der Dorsalfläche (Behaarung), 2mal vergr. (Nach Spirituspräparaten).
   8b. Dasselbe nebst dem Carpophorum von der Commissuralfläche, 2mal vergr. (Nach Spiritusexemplaren).
   8c. Längsschnitt eines Mericarpium, 5mal vgr.
   8d. Querschnitt durch die Mitte, 4mal vergr.
   8e. Stellung des Carpophorum nach vollständigem Reifwerden der Frucht, 2mal vergr.
   8f. Carpophorum, 4mal vergr.
   8g. 8h. {Zwei Mericarpia, von d. Dorsal- u. Commissuralfläche gesehen. Deutliche Streifung, aber keine Striemen. Nach trocknen Exemplaren. 2mal vergr.

Tab. III.

Dorema Ammoniacum Don. — Ganze blühende Pflanze, nach lebenden Exemplaren am Orte des Vorkommens entworfen. ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.).

Tab. IV.

Dorema Ammoniacum Don. — Blüthenstand der Pflanze. (Nat. Gr.).

Tab. V.

Dorema Ammoniacum Don.

1. Wurzelblatt einer breitblätterigen Form.
   1a. » » engblätterigen Form.
2. Isolirte Dolde, 4mal vergr.
   2a. Isolirte Blumendolde mit bereits abgefallenen Kronenblättern und etwas mehr ent-

wickelten Fruchtknoten. Die mittleren drei Blumen sind abortiv. 4mal vergr.

2b. Isolirte, der Fruchtbildung fähige Blume, von oben gesehen. 8mal vergr.

2c. Dieselbe von der Seite, 8mal vergr.

2d. Abortive Blume von der Seite, 8mal vgr.

2e. Kronenblätter, 15mal vergr.

2f. Eines derselben isolirt, von der Rückenfläche gesehen. 15mal vergr.

3. Ansicht einer Blume von unten, 8mal vergr.

4. Geschlossene Anthere von vorne } 25mal vergr.
4a. Bereits gesprungene Anthere
4b. Dieselbe von hinten

5. Junger Fruchtknoten. — 5a. Längsschnitt desselben. — 5b. Querschnitt. 10mal vergr.

5c. Ovulum mit dem Funiculus, 20mal vergr.

5d. Stylopodium von oben, 10mal vergr.

6. Kelch u. Stylopodium einer abortiven Blume, 10mal vergr.

7. Eine beinahe reife Frucht } 4mal vergr.
7a. Dieselbe von der Seite

7b. Querschnitt derselben, 8mal vergr.

7c. Ein Mericarpium von d. Commissuralfläche.

7d. Längsschnitt durch beide Mericarpien, 4mal vergr.

7e. Embryo mit hervorragender Radicula, bis 15mal vergr.

7f. Ein vollkommen reifes Mericarpium von der Dorsalfläche, 4mal vergr.

7g. Dasselbe von der Commissur, 4mal vergr.

NB. 7—7e nach Spirituspräparaten; 7f u. 7g nach trocknen Saamenexemplaren.

8. Saamenträger, bis 5mal vergr.

Tab. VI.

Ferula Schaïr Borszcz.—Ganze, junge Früchte tragende Pflanze, nach einem lebenden Exemplare abgebildet ($^{1}/_{2,5}$ nat. Gr.).

Tab. VII.

Fer. Schaïr. Borszcz.

1. Doldentragender Ast der Pflanze, deren Basis von der Scheide eines Stengelblattes eingefasst ist. (Nat. Gr.).

2. Weibliche, der Befruchtung fähige Blumendolde, 4mal vergr.

3. Weibliche abortive Dolde mit drei kurzgestielten männlichen Blumen von verhältnissmässig auffallender Grösse in der Mitte, 5mal vergr.

3a. Kelch und Stylopodium einer abortiven Blume (von der Seite). — 3b. Stylopodium von oben, 15mal vergr.

4. Weibliche Blume von oben. — 4a. Dieselbe von unten, 12mal vergr. — 4b. Kronenblätter isolirt, 15mal vergr.

5. Ein sehr junger Fruchtknoten einer weiblichen Blume mit Kelchlappen, Stylopodium u. Griffeln. — 5a. Längsschnitt. — 5b. Querschnitt derselben, 15mal vergr.

6. Männliche Dolde, 8mal vergr.

7. Eine männliche Blume von oben gesehen. —

7a. Dieselbe von der Seite, 30mal vergr.

7b. Geschlossene Anthere von vorn, — 7c. von hinten gesehen, 40mal vergr.

7d. Kelch und Stylopodium einer männlichen Blume, 30mal vergr.

8. Halbreifes Mericarpium von der Dorsalfläche.

8a. Dasselbe von der Commissur, 4mal vergr.

8b. Längsschnitt durch beide Mericarpien. —

8c. Querschnitt durch dieselben. 4mal vergr.

8d. Halbreifes Mericarpium von der Dorsalfläche; — 8e. Dasselbe von der Commissur (nach trocknen Saamenexempl.). 4mal vgr.

NB. 8—8c nach Spirituspräparaten. Ebenso die Fig. 2—7.

9. Saamenträger. 4mal vergr.

Tab. VIII.

Fer. Schaïr. Borszcz.

1. Oberer Theil des Stengels der Pflanze, dessen doldentragende Aeste eine üppige kopfförmige Dolde bilden. (Nat. Gr.).

2. Ein Wurzelblatt; die Scheide des Blattstieles ist abgeschnitten. (Nat. Gr.).

Scorodosma foetidum Bunge.



Scorodosma foetidum Bunge.



Scorodosma foetidum Bunge.

Dorema Ammoniacum Don.



Dorema Ammoniacum Don.

C. F. Schmidt gez. u. lith.

Dorema Ammoniacum Don.

Druck v. F. Schwabe in Berlin



Dorema Ammoniacum Don.

Ferula Schaïr Borszcz.

lith.

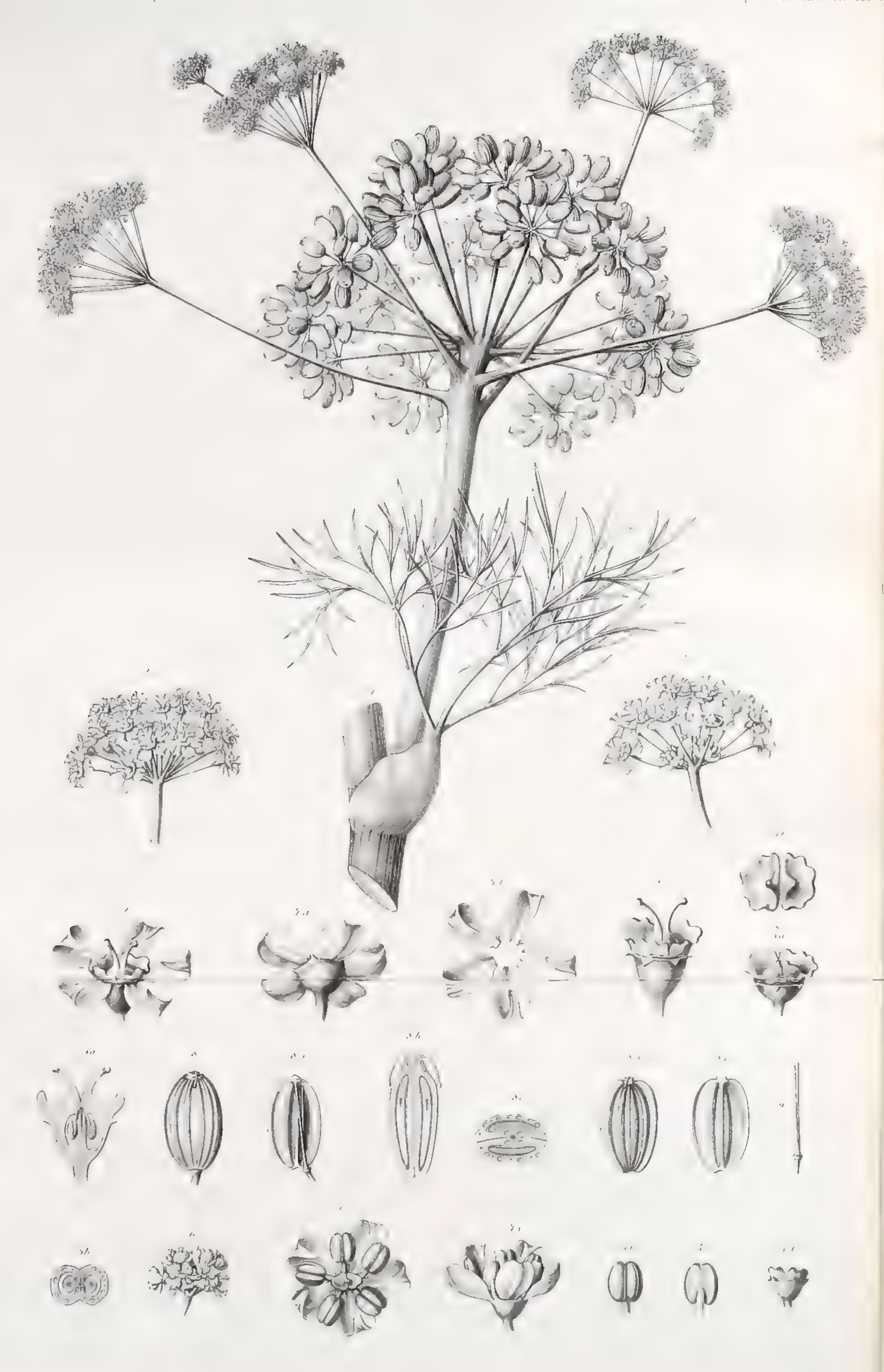


Ferula Schaïr Borszcz.



Ferula Schaïr Borszcz.

Schmidt fec. u. lith. Druck v. F. Schwabe n



Ferula Schaïr Borszcz.



Ferula Schaïr Borszcz.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome III, N° 9.

DIE IN ANGRIFF GENOMMENEN

STEINKOHLENLAGER DES GOUVERNEMENTS TULA.

Von

G. v. Helmersen,
Mitgliede der Akademie.

Gelesen am 19. October 1860.

St. PETERSBURG, 1860.
Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 25 Kop. = 8 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
K. Vesselofski, beständiger Secretär.
Im December 1860.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

Die

in Angriff genommenen Steinkohlenlager

des Gouvernements Tula,

von

G. von Helmersen.

Die Geschichte der Steinkohle und des Torfs ist in allen Ländern dieselbe gewesen. Immer ist man zu ihrer Anwendung erst dann geschritten, wenn die alleräusserste Noth dazu zwang; d. h. wenn aller Wald in erreichbarer Entfernung aufgezehrt und kein Surrogat für denselben an Schilf, Stroh oder Dünger vorhanden war. So lange England Brennholz hatte, kümmerte man sich wenig um die Steinkohle; ja man erzählt, dass deren Gebrauch in London einst polizeilich verboten ward, weil das Physicat den Geruch der brennenden Kohle für schädlich hielt. Und was wäre England jetzt ohne Steinkohle?

Die Braunkohle Böhmens und Nordpreussens, lange verachtet wegen ihrer geringen Qualität, ist bei steigendem Bedürfniss nach Brennmaterial in allgemeinen Gebrauch gekommen. Sogar den Anthracit, das kräftigste aller Brennmateriale, hat man anfangs verkannt, weil er schwerer anbrennt als die Steinkohle, sehr kurze Flamme hat, und nur bei sehr starkem Luftzuge brennt. In den Vereinigten Staaten Nordamerika's, wie im Lande der Donischen Kosaken, wollte man ihn, noch vor 15 bis 20 Jahren, nicht verwerthen, weil man in seinen erwähnten Eigenschaften Bedenken fand. Und als man vor mehreren Jahren in *Wales*, in Grossbritannien, Anthracit entdeckte, erklärten ihn gewisse, vielleicht in den Steinkohlenrevieren Englands verfasste, Zeitungsartikel für untauglich, oder doch für viel schlechter als die bituminöse Kohle, und in England wie auf dem Continent werden diese Artikel manchen gläubigen Leser gefunden haben.

Die Steinkohle des *Luganer* Bergreviers, im Gouvernement *Jekaterinoslaw*, würde vielleicht bis auf den heutigen Tag gar nicht oder nur wenig im Gebrauche sein, wenn der Staat nicht durch die Anlegung der *Luganer* Eisengiesserei dazu veranlasst hätte, welche diese Kohle anwendet. In den Gouvernements *Nowgorod*, *Twer*, *Tula*, *Kaluga* und *Räsan* mag die Steinkohle schon vor Jahrhunderten entdeckt worden sein; Pallas und Güldenstädt erwähnen ihrer als eines, in diesen Provinzen längst bekannten Minerals, aber so

lange es noch wohlfeiles Brennholz gab, blieb sie unbeachtet. Als der Holzbedarf mit der wachsenden Bevölkerung und Industrie stieg und als die Waldmenge in demselben Verhältnisse sank, fing man an sich nach der Steinkohle umzusehen.

Im Jahre 1812, so berichtet das Archiv des Bergdepartements zu St. Petersburg[1]), sendete das Departement der Krongüter Proben einer Steinkohle nach St. Petersburg, welche der Waffenschmidt Kriwonogow bei dem Dorfe *Strachowka*, 15 Werst von Tula, aufgefunden hatte, und bat sich einen Bergmann zur näheren Untersuchung der Localität aus. Das Bergdepartement zu St. Petersburg, nachdem es die Brauchbarkeit der Kohle erkannt hatte, beauftragte mit dieser Untersuchung die Herren Iljin und Tichmenew, welche, von Kriwonogow begleitet, noch in demselben Jahre an vier Stellen des Gouvernements *Tula* Kohlenlager entdeckten. Das bedeutendste derselben liegt bei dem Dorfe *Slobodka* im Odojewschen Kreise. Die Kohle des 3 Fuss mächtigen Flötzes taugte zum Schmieden und Schweissen des Eisens. Die Kriegsunruhen verhinderten die weitere Untersuchung jener Gegend; aber 1814 entdeckte der Schichtmeister Tichmenew im *Tulaer* Gouvernement noch fünf neue Lagerstätten von Steinkohle. Eines dieser Lager, das 50 Werst von Tula, in der Nähe des *Upa*flusses, auf der Besitzung des Major Shukow, sich befindet, ist 4 Fuss dick und enthält brauchbare Kohle. Auch im Moskauer Gouvernement fand Tichmenew einige Spuren von Steinkohle, und der Hüttenverwalter Bojarkin, der 1815 den Untersuchungen im Tulaschen vorstand, entdeckte im Gouvernement Orel, bei den Dörfern *Kudräwzowa*, *Gorodiza* und *Skoworodénka* Steinkohle und Torf. Bei der Stadt *Tula* selbst wurden damals mehrere Kohlenlager aufgefunden, von denen eines 1 Fuss 9 Zoll engl. mächtig ist, und sehr wenig Schwefelkies enthält. Im Jahre 1816 wurden die Versuchsarbeiten unter die unmittelbare Aufsicht des Berginspektors zu Moskau, *Soimonow*, gestellt, und 50,000 Rubel Banco (14,285 Rubel Silber) zu deren Betrieb bewilligt.

Man fand nun im *Odojewschen* Kreise des Tulaer Gouvernements, 50 Werst von Tula, ein 4 Fuss 1 Zoll mächtiges Kohlenlager im Forste von *Wälina*, und andere Lager bei den Dörfern *Strachowka* und *Tschernezowa* auf. Auch untersuchte Soimonow einige Flötze, welche der Staatsrath Lewschin bereits 1795 im Kalugaschen an der *Okka* und *Schisdra* entdeckt hatte, und die durch ihre Lage an schiffbaren Flüssen wichtig waren. Eines dieser Flötze ist das wohlbekannte, nachmals von Olivieri versuchsweise abgebaute, bei dem Gute *Selenina*, 7 Werst von der, an der Okka liegenden, Stadt *Lichwin*. Es hat eine Gesammtmächtigkeit von 7 Fuss.

Das zweite liegt bei dem Dorfe *Afanassjewa* im Kreise *Peremyschl*. Soimonow, die ganze Wichtigkeit dieser Entdeckungen erkennend, schlug vor, auch das Moskauer Gouvernement auf Vorkommen von Steinkohlen zu untersuchen, und der damalige Finanzminister schrieb ausserdem noch vor, die im *Tulaschen* und *Kalugaschen* bereits aufgefun-

---

1) S. Gornoi Journal 1840 Heft 5, und eine Notiz von mir in der St. Petersburger Zeitung, 1840 No. 240.

dene Kohle zu Wasser nach *Moskau* zu schaffen, um auf den dortigen Fabriken Versuche mit ihr anzustellen.

Im Jahre 1818 berichtete Soimonow über mehrere neuentdeckte Kohlenlager. Aus einem derselben, das an der Okka uuweit der Stadt *Aleksin*, bei dem Dorfe *Kijewzy* liegt, und das eine Dicke von 1 Fuss 7 Zoll hat, wurden 2778 Pud zum Theil in *Moskau*, zum Theil am Orte selbst zu verschiedenen Versuchen verwendet.

In eben dieser Zeit hatten die Herren Karpinsky, Wolchowsky und Tichmenew in verschiedenen Gegenden des Moskauer Gouvernements Schieferthon und Braunkohle aufgefunden. Als Soimonow, durch alle diese Erfolge aufgemuntert, nun den Vorschlag machte, das ganze *Alaunische* Gebirge auf Kohlenvorkommen zu untersuchen, ward sein Vorschlag leider nicht angenommen, weil bereits im Jahre 1817 die Leitung aller Versuchsarbeiten in den genannten Provinzen dem Kriegsministerium anvertraut worden war, von welchem die *Tulaer* Gewehrfabrik dependirt. Zur Leitung der im Tulaer Gouvernement begonnenen Arbeiten hatte das Kriegsministerium den Engländer Longmaier angestellt.

Diese Untersuchungen, welche mit grossen Geldmitteln und grossen Hoffnungen unternommen und ausgeführt wurden, führten schliesslich zu dem von Artillerieofficieren gegebenen Gutachten, die Tulaer Kohle tauge nicht zn metallurgischen Arbeiten und sei daher weiter nicht zu beachten.

Ich habe später Gelegenheit gehabt Longmaiers Versuchsbaue an mehreren Orten zn sehen; namentlich $1\frac{1}{2}$ Werst von Tula bei dem Dorfe *Klokowa;* 35 Werst von Tula bei dem Dorfe *Slobodka* und 40 Werst von Tula bei *Wälina.* Er hatte, da damals das Erdbohren weniger im Gebrauch war als jetzt, an diesen und wahrscheinlich an allen von ihm untersuchten Stellen Schächte abgeteuft. Da sie ersoffen waren, konnte man sie nur bis in geringe Tiefe befahren, allein die sehr ansehnlichen Halden bezeugten, dass die Versuchsbaue ernstlich gewesen waren. Auch hatten sie in wenig Jahren $1\frac{1}{2}$ Millionen Rubel Banco (42300 R. S.) gekostet, aber keinen andern Nutzen gebracht, als dass einige Lagerstätten genauer bekannt geworden waren.

Mehr als zwanzig Jahre waren seit jener Untersuchungsexpedition verflossen, ohne dass man wieder an die Steinkohle Centralrussland's gedacht hätte. Unterdessen hatte der von dem Finanzminister Grafen Cancrin energisch unterhaltene Schutzzoll in Russland, zumeist aber in der Stadt und dem Gouvernement *Moskau* und deren Nachbarpr ovinzen grossartige Industrieen hervorgerufen, welche zur Erzeugung der Dampfkraft sämmtlich Holz consumirten. Die Holzpreise fingen an in Moskau auf bedenkliche Weise zu steigen. Graf Cancrin und der damalige Chef des Stabes der Bergingenieure, General Tschewkin, diese Umstände und deren Folgen für die Zukunft erwägend, beschlossen die Kohlenreviere Centralrusslands aufs Neue untersuchen zu lassen. Der Oberst Olivieri und ich wurden mit diesen Untersuchungen beauftragt. Olivieri übernahm den bergmännischen, ich den geologischen Theil der Arbeit, und wir begannen dieselbe im Jahre 1839 in dem Gouver-

*

nement *Nowgorod*, wo auch seit langer Zeit Steinkohlenlager bekannt waren. Warwinsky und Tschaikowsky hatten hier schon in früherer Zeit geologische Untersuchungen gemacht; durch unsere Untersuchungen ward festgestellt:

1) Dass die Formation, in welcher hier die Kohlenlager vorkommen, der *Bergkalk* sei.

2) Dass im Nowgorodschen keine eigentliche Kohlenformation (*terrain houillier*), sondern nur die untere Abtheilung der Kohlenperiode, nämlich die Bergkalkformation, vorkomme.

3) Dass die Kohlenlager in den unteren Schichten des Bergkalks liegen, und dass diese hier unmittelbar auf Devonischem Gestein lagern.

4) Dass die in ziemlich mächtigen Lagern auftretende Kohle zum häuslichen Gebrauche und zum Heizen von Dampfkesseln zu brauchen sei.

In St. Petersburg ward die ehmalige Alexandrow'sche Eisengiesserei in des Generals Jossa und meiner Gegenwart acht Tage lang mit der Kohle im besten Gange erhalten, die Olivieri an dem Flüsschen *Prikscha*, unweit der *Msta*, gefördert hatte. Der Preis dieser Kohle, die der englischen an Güte nachsteht, stellte sich damals zu hoch, um sie in St. Petersburg mit Vorheil brauchen zu können.

Diese Formationsbestimmung führte aber auch zu sicheren Schlüssen über das wahre Alter der *Tulaer* und *Kalugaer* Kohlenlager. Eine, in den Museen St. Petersburg's angestellte Vergleichung der Pflanzen- und Thierversteinerungen aus den drei Provinzen *Nowgorod*, *Tula* und *Kaluga* ergab nämlich die Identität dieser organischen Reste. Man war nun gewiss, dass die Kohlenführenden Gesteine in *Tula* und *Kaluga* ebenfalls der Bergkalkformation angehören, wie ich das, in einem 1840 gedruckten Aufsatze im Bulletin der St. Petersburger Academie der Wissenschaften, T. VII, No. 6, ausgesprochen habe.

Die Richtigkeit dieser Altersbestimmung ward nun zwar später angestritten. Man glaubte in Tula und Kaluga ausser dem Kohlenführenden Bergkalk auch wirkliche Steinkohlenformation annehmen zu können. Die erste Bestimmung hat sich aber auch durch die Beobachtungen vieler andern Geologen bewährt. Wir haben in Centralrussland keine der Kohlenperiode angehörende Formation, die jünger wäre als der Bergkalk. Im Jahre 1841 besuchte ich die Gouvernements *Moskau*, *Tula* und *Kaluga*. In den beiden letzteren hatte Olivieri in *Wälina*, *Slobodka*. *Kijewzy*, *Dugna* und *Selenina* Versuchsbaue auf Steinkohle angelegt. Diese Baue und die geologischen Untersuchungen gaben folgende Resultate.

1) Sie bestätigten die im Nowgorodschen gewonnene Ansicht von dem Alter und dem geologischen Horizonte der Kohlenlager.

2) Sie zeigten auf das Deutlichste, dass die Bergkalkformation in den Gouvernements *Nowgorod*, *Twer*, *Smolensk*, *Kaluga*, *Tula* und *Räsan* einem und demselben grossen Becken angehören, und dass der hohe Nordrand, Westrand und Südrand dieses Beckens, das wir fortan das *Moskauer Steinkohlenbecken* nennen wollen, aus *Devonischen* Schichten bestehn. Auch lehrten die Untersuchungen des Grafen Keyserling, dass der Bergkalk des

Moskauer Bassins in zwei scharf getrennte Abtheilungen zerfalle, von denen die obere, in den centralen Gegenden des Bassins verbreitete, durch die Muschel *Spirifer Mosquensis* und durch *Fusulina cylindrica* bezeichnet ist, und nie Steinkohle enthält. Die untere, kohlenführende Abtheilung kommt auf dem Boden des ganzen, von Devonischen Schichten getragenen Raumes vor, und geht überall an dessen hohen Rändern, oft mit Devonischen Gesteinen zusammen zu Tage. Sie ist überall durch *Productus gigas* und Pflanzenreste der Kohlenperiode, insonderheit durch *Stigmaria ficoides*, bezeichnet.

3) Die Steinkohlen des *Tulaer* und *Kalugaer* Gouvernements, obgleich, wie die Nowgoroder, sehr mittelmässiger Qualität, erwiesen sich als vollkommen brauchbar zum häuslichen Bedarf und zum Heizen von Dampfkesseln, und können in grossen Quantitäten ohne besondere Unbequemlichkeit abgebaut werden.

4) Man hatte gegen 40,000 Pud derselben in Moskau und an andern Orten an Fabrikbesitzer vertheilt. Zwei derselben in *Moskau* und einer in der Gegend von *Lichwin* hatten, nachdem sie die Kohle bei ihren Dampfmaschinen versucht, sich bereit erklärt letztere mit derselben zu betreiben, wenn die Bergverwaltung sich verpflichten wollte, jährlich die erforderliche Quantität zu liefern. Nun lag es aber durchaus nicht in der Absicht der Bergverwaltung einen förmlichen Steinkohlenbetrieb zu eröffnen. Sie hatte nur zeigen wollen wo und wie man Kohle fördern und wozu man sie verwenden könne. Die Förderung der Kohle wollte man Privaten und namentlich den Besitzern der Landstellen überlassen, wo bauwürdige Flötze aufgeschlossen waren, wie beispielsweise in *Selenina* bei *Lichwin.* Der Eigenthümer dieses Gutes besass aber nicht das nothwendige Anlage- und Betriebscapital, und da er für seinen Besitz einen ausserordentlich hohen Kaufpreis bestimmte, so unterblieb die Förderung der Steinkohle.

Auch hierbei blieb die Oberbergverwaltung nicht stehn.

Sie beauftragte im Jahre 1850 den Oberstlieutenant Tomilow aus Lugan, den Versuchsbau in *Wälina* wieder aufzunehmen und die horizontale Ausdehnung des Flötzes zu ermitteln. Tomilows Arbeiten, welche ich 1852 amtlich revidirte, zeigten dass das Flötz keine bedeutende Erstreckung habe, dass die Kohle aber zum Heizen gewöhnlicher Oefen und Dampfkessel zu brauchen sei. Er selbst hatte seine und seiner Leute Wohnung und Küchen $1\frac{1}{2}$ Jahre lang mit derselben geheizt. Dasselbe war in Tula in einer grossen Kaserne geschehen.

Aber auch diese Anstrengung blieb ohne Erfolg. Weder wollten in *Tula* die Stadtbehörden und die Vorsteher der Gewehrfabrik, noch der Besitzer des Gutes *Wälina* die Kohle verwenden, obgleich letzterer auf seinem Landstücke keinen Fussbreit Waldes besass. Aber eine Werst von seinem Wohnhause liegt der grosse Kronsforst, *Wälinskaia Sasseka* genannt, und hier konnte der Herr sich noch viele Jahre Holz verschaffen.

In Tula fanden es die verschiedenen Behörden damals bequemer und vortheilhafter, bei dem Gebrauche des Holzes aus Kronswäldern zu bleiben.

So endete der dritte Versuch die Tulaer Kohle zur Anwendung zu bringen, und da-

durch den nur noch sparsam vorhandenen Wald der Privaten und der Krone zu schonen. Im Jahre 1851 besuchte Pander die Gouvernements Tula und Kaluga. Er ist derselben Meinung wie wir, dass nämlich die Kohlenflötze im Untersten des ältern Bergkalks liegen, und unmittelbar auf Devonischem. Leider sind Panders Beobachtungen nicht gedruckt worden.

Auch das *Nowgoroder* Gouvernement hat die Verwaltung nicht aus dem Auge verloren.

Indessen hatten unsere Untersuchungen doch, wie man bald sah, einigen Erfolg gehabt. Graf Alexei Alexejewitsch Bobrinsky besitzt im *Bogorodizker* Kreise des *Tulaer* Gouvernements auf dem Gute *Michailowskoje* eine Rübenzuckerfabrik, deren Dampfmaschinen mit Holz geheizt wurden.

Das Holz ward aber nicht nur allmälig theurer, sondern man sah eine Zeit herannahen, wo entweder sein Preis den ferneren Betrieb der Fabrik unmöglich machen, oder kein Wald mehr durch Kauf zu acquiriren sein würde.

Nachdem Graf Bobrinsky mit der Geologie Russlands bekannt geworden war und sich überzeugt hatte dass er, nach den im Gouvernement Tula gemachten Untersuchungen und Erfahrungen hoffen könne, auf seiner Besitzung Steinkohlen zu finden, begab er sich 1845 auf das Gut *Kusowka*, 15 Werst südlich von *Bogorodizk*, und liess, auf die Tradition hin, dass man hier einst beim Brunnengraben eine schwarze, brennbare Erde gefunden habe, auf Kohle schürfen. Man fand auch wirklich in geringer Tiefe ein Paar Flötze, die zwar nicht bauwürdig waren, weil sie nach Auerbach's Analyse 5,59 bis 5,639 Wasser, 31,337 bis 31,38 flüchtiger Bestandtheile, und 63,023 Rückstand enthielten, und weil in letzterem viel Asche sein soll; aber dieser erste Erfolg forderte zu weiterem Nachsuchen auf. Das grosse, ebenfalls gräflich Bobrinskysche Dorf *Malöwka* liegt zu beiden Seiten eines Thales, an dessen Abhängen Spuren von Steinkohlen bemerkt worden waren. Diese führten zur Entdeckung eines starken, horizontalen Flötzes, das an dem Abhange des Thales von Schuttland bedeckt, zu Tage ausgeht; und der damalige Direktor der Zuckersiederei zu *Michailowskoje*, Herr Henri, setzte auf demselben Bohrlöcher an, die denn auch bald zeigten, dass das Flötz eine weite Ausdehnung habe.

Die Kohle war zwar sehr geringer Qualität; einige Schichten enthielten bis 40 Procent Wasser und Asche, aber sie brannte doch, war in Stubenöfen und Küchen zu brauchen, und in so grosser Menge vorhanden, dass sie die Siederei auf lange Jahre sichern konnte, wenn sie auch zur Erzeugung der Dampfkraft getaugt hätte.

Graf Bobrinsky stellte nun in *Malöwka* den Bergingenieur, Capitain Doroschin an, der im Luganer Kohlenrevier und später bei der Russisch Amerikanischen Compagnie in Dienst gestanden hatte.

Doroschin begann in *Malöwka* einen regelmässigen Bau auf dem Flötze; er fuhr es mit einem Stollen an. Aber die Versuche, mit dieser Kohle die Dampfkessel in Michailowskoje in gutem, regelmässigem Gange zu erhalten, wollten nicht gelingen, obgleich sie mit Anstrengung durchgeführt wurden. Graf Bobrinsky hat sich persönlich an ihnen bethei-

ligt, mit einem Eifer und einer Ausdauer, wie man sie selbst bei Technikern von Fach selten finden wird.

Doroschin stand den Grubenarbeiten während der Jahre 1855 und 1856 vor, und verliess dann *Malöwka* um sich die Kohlenreviere Westeuropa's anzusehen. An die Stelle des Herrn Henri trat im Jahre 1854 unser rühmlich bekannter Technolog, der Professor an der St. Petersburger Universität Iljenkow, als Direktor der Zuckerfabrik zu *Michailowskoje*. Graf Bobrinsky erhielt nun später die Nachricht dass man in Preussen eine Braunkohle ziemlich geringer Qualität fördere und mit Vortheil verwende. Ein Fabrikbesitzer in Berlin hatte ein besonderes Verfahren angewendet, um mit dieser schlechten Kohle auch Dampfmaschinen in gutem Gange zu unterhalten. Graf Bobrinsky scheute nicht die Ausgabe um 1000 Pud seiner Kohle zu Versuchen nach Berlin zu schicken. Die Versuche fielen günstig aus, und Herrn Iljenkow gelang es den Gebrauch der Malöwkaer Kohle in Michailowskoje mit Erfolg einzuführen. Die Dampferzeugung wird mittelst des von Iljenkow eingeführten Verfahrens ungeschwächt erhalten.

Da die Kohle sehr viel Asche giebt und daher den Rost schneller versetzt, als gute Kohle, so richtet man unter jedem Kessel zwei Heizstellen ein, von denen die eine im Gange ist, während man die andere von der Schlacke reinigt.

Bei den früheren Versuchen war es nie gelungen die Dampfentwickelung in den Kesseln regelmässig zu unterhalten; weil bei den neuen Aufschüttungen der Kohle das Feuer schwächer geworden war, und weil der Rost sich bald so versetzte, dass der Luftzug zum vollständigen Verbrennen der Kohle nicht mehr genügte. Der Schwefelkies, welchen diese Kohle enthält, bringt den Dampfkesseln keinen erheblichen Schaden. An die Stelle Doroschin's trat 1858 der Grubenfactor Herr Leo I aus *Schwarzburg-Rudolstadt*.

Nachdem er das Kohlenfeld durch einige zwanzig neue Bohrlöcher abgebohrt hatte, setzte er NO von Doroschin's Stollen, einen neuen an, durchfuhr bei 75 Sashen Länge das Ausgehende der Kohle, das nur 7 Zoll mächtig war, ging dem Flötze nach, das bei 125 Sashen Stollenlänge schon die Mächtigkeit von $17\frac{1}{2}$ bis 21 Fuss erreichte, und dieselbe bis 215 und mehr Sashen beibehielt.

Um die Wetter zu lösen, die jetzt sehr gut sind, wurden drei Lichtschächte niedergebracht, und am 1sten Juni 1858 begann der Betrieb in grösserem Maassstabe. Man fördert jetzt jährlich 600,000 Pud Kohle zum Gebrauch der Zuckersiederei zu *Michailowskoje*, welche ihrem Besitzer jährlich einen sehr bedeutenden Gewinn giebt.

Sie war 1859 noch auf etwa drei Jahre mit Holz versorgt, aber schon zu sehr hohen Preisen, da der Wald über 90 Werst weit lag. Und neuen Wald zu acquiriren war nicht mehr möglich.

Graf Bobrinsky war daher entschlossen, diese einträgliche Fabrik nach drei Jahren ganz zu schliessen. Und jetzt ist sie durch das Flötz von *Malöwka* mindestens auf 200 Jahre mit Brennmaterial versorgt. Ja man könnte, was den Kohlenvorrath anbelangt, ohne Bedenken eine zweite Zuckersiederei anlegen.

So ist nun die Steinkohle des *Moskauer* Kohlenbeckens, Dank den energischen, ausdauernden Bemühungen eines eben so hochgestellten als aufgeklärten Mannes, wie Graf Bobrinsky, wirklich zur Anwendung gebracht.

Ein wohleingerichteter Bergbau zu ihrer Gewinnung hat begonnen und wird allen zum Muster dienen, die auch bei sich Kohle entdeckten und sie verwerthen wollen.

Ein Neffe des Grafen Bobrinsky hat 8 Werst nördlich von *Malöwka* bei dem Dorfe *Tawarkowa* ein Kohlenlager aufgefunden, das am Ausgehende 4 Fuss Mächtigkeit hatte.

Im Stollen aber, den Herr Leo auf diesem Flötze angesetzt, wächst die Mächtigkeit bis 7 Fuss. Diese Kohle wird auch bereits abgebaut und versuchsweise auf der bei Bogorodizk befindlichen Zuckersiederei des Grafen Bobrinsky, des Neffen, verwendet. Wenn wir noch hinzufügen, dass 1860 auch die Bauern in *Malöwka* anfingen, die Kohle in ihren Häusern zu gebrauchen; dass Herr Chomäkow, der Besitzer des, 18 Werst nördlich von Tula belegenen Gutes *Abidimo*, auch schon einen Bau auf einem $4\frac{1}{2}$ Fuss mächtigen Flötze fester brauchbarer Kohle eröffnet hat, und dass Herr von Malzow, der bekannte Besitzer mehrerer Eisenhütten, Maschinenfabriken etc., im Kreise *Shisdra* des Gouvernements Kaluga, bei dem Dorfe *Buda*, Steinkohlen abbauen lässt, die er auf seinen Werken anwendet; so behaupten wir nicht zu viel, wenn wir sagen: Mit dem Jahre 1858 hat für die holzarmen Gegenden Central-Russlands eine neue Epoche begonnen; man könnte sie eine Kohlenperiode nennen, wenn dieses Wort nicht schon an einen andern Begriff vergeben wäre.

Es hatten aber die Bemühungen des Bergwesens auch noch an andern Orten Früchte getragen.

Von der, durch die geologischen Untersuchungen gewonnenen Ueberzeugung ausgehend, dass man auch im Centrum des Moskauer Beckens, nach Durchsinkung der oberen, kohlenlosen Bergkalketage, in der unteren, kohlenführenden, Flötze entdecken könne, traten in *Moskau*, auf die Veranlassung des Kaufmanns Vogts, mehrere dortige Handelshäuser und Fabrikbesitzer zusammen, und gaben das Geld zur Anlage eines Bohrlochs her.

Der Bohrplatz war 1850 am Abhange eines Berges, der *Poklonnaja Gora*, 5 Werst von *Moskau*, in der Nähe der Smolensker Chaussee, gewählt, und ein österreichischer Bohrmeister, Herr Schott, zur Ausführung der Arbeit angestellt worden. Herr Schott wandte sich damals schriftlich an mich, um Aufschluss über die zu durchbohrende Schichtenfolge zu erhalten. Ich gab ihm denselben und sprach mich dahin aus, dass man vom Dache des Moskauer Bergkalks bis zu dessen Sohle, nämlich bis zum Devonischen Schichtensystem, wahrscheinlich nicht über 800 bis 1000 Fuss werde zu machen haben.

Später übernahm Herr Vogts selbst die Leitung der Arbeit. Die angegebene Schichtenfolge bestätigte sich vollkommen; da aber die Arbeit, mit Bohrapparaten alter Construction geführt, lange dauerte, ohne ein Resultat zu geben, stellten jene Herren ihre Geldbeiträge ein; Herr Vogts ward nun von dem Stabe der Berg-Ingenieure, unter Genehmigung des Finanzministers, mit Geld unterstützt und brachte das Bohrloch bis 70 Sashen nieder.

Häufiger Bruch am Apparate und andere Schwierigkeiten veranlassten die Oberbergverwaltung, aus *Zwickau* bessere, nach *Fabian's* und *Kind's* Methoden construirte Freifallbohrer kommen zu lassen, und mit diesen ward im October 1857 an einer der Barrieren *Moskaus*, genannt *Trechgornaja Sastawa*, ein neues Bohrloch angesetzt, über welches weiter unten das Genauere gesagt werden soll. Diese Arbeit, die von Herrn Vogts begonnen wurde, leitet jetzt ein ausgezeichneter Bergofficier, Herr Gennady-Romanowsky.

Wenn es richtig war, dass die Kohlenlager der, Moskau benachbarten Gouvernementsin einem Becken abgelagert sind, an dessen hohen Rändern im Nowogorodschen, Tulaschen und Kalugaschen sie zu Tage gehn, so müssen sie auf dem halben Wege vom hohen Rande nach dem gemeinsamen Centrum bei *Moskau*, in geringerer Tiefe aufzufinden sein, als in diesem Centrum selbst.

Ein solcher Punkt auf halbem Wege von *Tula* nach *Moskau* ist *Sserpuchow*.

Nachdem die Gegend von *Sserpuchow*, die ich aus eigener Anschauung schon kannte, auch von Herrn Romanowsky untersucht worden war, und nachdem der Stab der Berg-Ingenieure ein desfallsiges von Pander gegebenes Gutachten bestätigt hatte, erhielt Herr Romanowsky den Auftrag, bei dem 9 Werst von *Sserpuchow* liegenden Dorfe *Podmokloje* ein Bohrloch anzusetzen. Diese Arbeit, welche gleichzeitig mit der an der *Poklonnaja Gora* ausgeführt wurde, schloss bei 70 Sashen (490 Fuss) Tiefe zwei Kohlenflötze auf, das obere von 5 Fuss Mächtigkeit, das untere von 4 Fuss; beide waren tauglich, lagen aber zu tief, um mit Vortheil abgebaut zu werden.

Damit war die Richtigkeit der oben erwähnten Schlussfolge bewiesen, und die Anlage eines neuen, näher zu Moskau liegenden Bohrloches motivirt.

Romanowsky hatte, nach Beendigung der Arbeit bei *Sserpuchow*, auf einer Reise in Deutschland, in *Zwickau* einen neuen Bohrapparat nach Fabians und Kinds Methode bestellt und mit diesem, mittelst Dampfkraft wirkenden Instrumente, setzte er drei Werst von der Stadt *Podolsk* und 35 Werst von *Moskau*, bei dem Dorfe *Jerino*, ein Bohrloch an, das erst eine unbedeutende Tiefe erreicht hat. Ich werde weiter unten darüber umständlicher berichten.

Ich hatte das Steinkohlenbecken von Centralrussland zum letzten Male 1852 besucht, als ich die Arbeiten Tomilow's in *Wälina* revidirte. Seit jener Zeit waren jene grossen Fortschritte im Abbau und der Benutzung der Kohle geschehen, und ich hatte den lebhaften Wunsch diesen Fortschritt näher kennen zu lernen.

Dazu kam noch, dass die Richtigkeit unserer Ansicht von dem Horizonte, ja sogar von dem Alter der Steinkohlenlager im Moskauer Becken, zu Anfange dieses 1860sten Jahres, durch zwei Geologen *Moskau's*, die Herren Auerbach und Trautschold, angestritten worden war.

Herr Trautschold nimmt an[1]), es hätten auf Inseln und am Gestade sowohl des

1) Nouveaux mémoires de la Soc. Imp. d. naturalistes de Moscou. Tome XIII, formant le XIX de la collection. Livraison I, Moscou 1860.

älteren Bergkalkmeeres, in welchem der *Productus Gigas* lebte, als auch des jüngeren vom *Spirifer Mosquensis* bewohnten, grosse Torfmoore von *Stigmaria ficoides*, *Lepidodendron* und andern Pflanzen der Steinkohlenzeit existirt, und diese Moore, von Zeit zu Zeit durch Sand und Schlamm überschwemmt, hätten sich zu Steinkohlen umgebildet. Somit wären die Steinkohlen des *Moskauer* Beckens gleichzeitiger Entstehung mit dem *Productus*kalkstein und dem *Spiriferen*kalkstein.

Ungeachtet dieser gemuthmassten Gleichzeitigkeit parallelisiren die Verfasser jener Schrift die Kohlenlager des Moskauer Beckens auch mit der Steinkohlenformation (*terrain houiller*) Englands und Belgiens, wo diese Formation entschieden jünger ist als der Bergkalk. Es ist klar, dass beides zugleich nicht sein kann; denn *Juxtaposition* ist nicht *Supraposition*. Dass im Moskauer Becken Kohlenlager bisweilen unter dem älteren Bergkalke angetroffen werden, ist, nach der Ansicht des Herrn Trautschold, als ein Zufall zu betrachten. Es sind, seiner Meinung nach, von den Ufern der *Stigmaria*moore in's *Productus*meer gerutschte, und von dessen Kalkniederschlägen bedeckte Stücke dieser Moore. Als Regel nimmt er dagegen an, dass die *Tulaer* und *Kalugaer* Kohlen nicht von Bergkalk bedeckt, sondern eine gleichzeitige Land- und Süsswasserbildung sind.

In einem anderen, in russischer Sprache redigirtem Artikel, im Вѣстникъ естественныхъ наукъ, 1860, resümiren sie die, in den Memoiren der Moskauer Gesellschaft aufgestellten und von mir so eben kurz zusammengefassten Ansichten, fügen aber noch die Folgerung hinzu: dass diesen Ansichten zufolge, die von den Berg-Ingenieuren angesetzten Bohrlöcher zur Aufschliessung von Kohlenlagern unter dem Bergkalke, zu keinem günstigen Erfolge führen können, und mithin hätten unterbleiben sollen. Ich werde weiter unten die Ansicht dieser Herren widerlegen, und will hier nur anführen, dass die besten Kenner des Moskauer Beckens, Pander und Romanowsky, ganz entschieden bei der früheren Ansicht bleiben, und die neue Lehre des Herrn Trautschold nicht für eine haltbare anerkennen.

Auch ich stelle mich auf die Seite Pander's und Romanowsky's, und bedauere meine zahlreichen, wiederholten Beobachtungen im Moskauer Becken bisher nicht publicirt zu haben.

Wenn Herr Trautschold diese und Romanowsky's später anzuführenden Beobachtungen und den Bergkalk über der Kohle bei *Obidimo* und bei *Kaluga* früher gekannt hätte, würde er jene Ausicht vielleicht nicht aufgestellt haben.

Ich wende mich nun zu den Ergebnissen meiner diesjährigen Reise (1860) nach den Gouvernements *Tula* und *Kaluga*.

Nachdem ich im Juni 1860 die Bohrarbeiten in *Moskau* und in *Podolsk* besehen hatte, reiste ich nach *Tula* und von hier nach der, 60 Werst südlich von *Tula* liegenden, Kreisstadt *Bogorodizk*.

Zwischen den letztgenannten Städten befindet sich, am Flüsschen *Schiworona*, die Poststation *Dedilowa*.

Am hohen nördlichen Thalrande des Flüsschens, in der Nähe der steinernen Kirche, und also in einer Höhe, welche die Gegend dominirt, fand ich dichten, gelben Kalkstein mit ***Productus giganteus***, zu Tage gehn. Es ist also der ältere, untere Bergkalk. Er enthält so grosse Knollen und Nester von Brauneisenstein, dass man Blöcke dieses Erzes von 2 Pud Gewicht erhalten kann.

Ich besuchte noch einen andern Steinbruch in derselben Gegend; er liegt 7 Werst NW von der Stadt ***Bogorodizk*** und $1\frac{1}{2}$ Werst NW von dem Dorfe ***Aksönowa***, an dem Abhange des ***Podberesowoi owrag.***

Da hier nur im Winter gearbeitet wird, so waren die Gruben verstürzt, man sah aber doch diese Schichtenfolge in absteigender Reihe. Das Ganze ist 2 Sashen mächtig.

Profil No. 1.

Diluvialthon.
Gelber Mergelthon.
Grauer dichter Kalkstein.
Gelber Thon.
Dunkelgrauer Thon.
Gelber Mergelthon.

Dichter gelber Kalkstein, mit Bellerophon und den büschelförmigen, von Fischer von Waldheim zuerst beschriebenen Körpern, die zwar nicht bestimmt, aber sehr karakteristisch für unsern untern Bergkalk sind.

Dieser gelbe Kalkstein wird hier gebrochen; ich spreche ihn unbedingt für ***Bergkalk*** an; er enthält, wie bei Dedilowo, Knollen und Bohnen von Brauneisenstein.

Ganz in der Nähe, aber in einem bedeutend höheren Niveau als der Kalkstein, also wahrscheinlich ihm aufgelagert, steht ein feinkörniger, gelber Sandstein an, in welchem ich keine organischen Reste entdecken konnte. Es scheint diese, freilich ungenügend aufgeschlossene Schichtenfolge ein Verhältniss wie bei ***Karowa*** an der Okka, oberhalb ***Aleksin***, darzubieten, wo Auerbach den, auf dem Bergkalke liegenden Sandstein für eine Wealdenbildung erkannt hat.

Nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Leo, kommt 5 Werst W von Bogorodizk, bei Iwelewa ein gelber Kalkstein mit ***Productus*** vor, und über ihm Kohle, also wie bei ***Malöwka.***

In ***Kusowka***, das 14 W. S von Bogorodizk liegt, konnte ich nichts sehn, als die beiden Halden der Versuchsschachte, welche Graf Bobrinsky hier zu allererst hatte abteufen lassen.

Bei ***Malöwka*** aber, das 11 Werst SO von Kusowka liegt, sind die Schichten an dem nördlichen Gehänge des Malöwkathales gut aufgeschlossen. Dieses Thal mündet in das Flüsschen ***Neprädwa*** bei der Zuckersiederei ***Michailowskoje.***

Etwa 1 Werst oberhalb, d. h. flussaufwärts von der Kohlengrube, am linken Thalrande, zieht eine kurze, steile Schlucht, unter *hora* 5 zu Thale. In derselben ist folgender Durchschnitt zu sehn.

*

Profil No. 2.

a) Gelbgrauer Diluviallehm.

b) Unreine Kohle.

c) Grauer Kohlenthon.

d) Gelber, eisenschüssiger, in Eisenstein übergehender Mergel, 10 Zoll mächtig.

e) Dichter, hellgelber Kalkstein mit *Orthis resupinata*, *Terebratula Puschiana*, *Terebratula livonica*[1]) und mit pflanzenförmig verzweigten, aus Eisenocher bestehenden Körpern; 5 Fuss 3 Zoll mächtig.

f) Grauer, feinkörniger Kalkstein mit den Devonischen Muscheln *Avicula subretroflexa* Pacht, *Terebrat. livonica*, *Arca Oreliana*, *Chonetes nana*, *Murchisonia?* und mit Fischresten.

g) Bläulicher plastischer Thon.

h) Gelber, dichter Kalkstein, einige Zoll dick.

i) Wechsel von bläulichem Thon mit dünnen Platten grauen, körnigen, Devonischen Kalksteins, mit denselben Muscheln wie in *f*.

Die Gesammtmächtigkeit der Devonischen Schichten *e*, *f*, *g* und *h* beträgt 7 Fuss 10 Zoll, *i* ist etwa 4 Fuss mächtig.

Hier liegt also die Kohle *b* und der Kohlenthon unmittelbar auf den Devonischen Schichten *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, und ist hier kein Bergkalk unter der Kohle zu finden.

Eine Werst thalabwärts von der Kohlengrube zieht sich eine, mit einem jähen Einsturz beginnende Schlucht, *Iraschowskoi owrag*, in die Linke des Malöwkabaches. An den senkrechten Wänden derselben sieht man in absteigender Ordnung folgende Schichten entblösst.

Profil No. 3.

a) Diluvium.

b) Grauer Kohlenthon. Die Kohle selbst hat man 200 Sashen nördlich von dieser Schlucht erbohrt.

c) Feinkörniger, quarziger Sandstein, nach einer Mittheilung des Herrn Leo, mit Stigmarienstämmen.

d) Weicher, dunkelgelber und brauner, eisenschüssiger Sandstein. Unter diesem folgt wahrscheinlich der devonische Kalkstein, den wir bereits oben kennen lernten. Ich sage devonisch, denn *Orthis resupinata* kommt, nach G. Panders Beobachtung, nicht nur im Bergkalk, sondern auch in den Devonischen Schichten des Tulaschen vor.

Die *Malöwkaer* Grube ist von Herrn Leo selbst beschrieben worden, in der bereits erwähnten Abhandlung der Herren Auerbach und Trautschold, in welcher sich auch ein Planriss und Profile der Grube befinden. Als ich die Grube in der Begleitung des Hrn. Leo befuhr, war es mir am interessantesten zu sehn, wie er in der nördlichen Hälfte

1) Diese Muscheln befinden sich in einem und demselben Stücke Kalkstein, und sind von Pander bestimmt.

derselben den Stollen und die Strecken ohne alle Zimmerung in der Gestalt gothischer Spitzgewölbe, geführt hatte, deren Scheitel bis in das Dach des 21 Fuss mächtigen Kohlenflötzes geht.

Am nördlichen Ende des 215 Sashen (Lachter) langen Stollens hatte die Kohle eine bessere Beschaffenheit als am Ausgehenden.

Ueber die chemischen und physikalischen Eigenschaften der *Malöwkaer* Kohle, wie vieler andern aus dem Moskauer Bassin, hat Herr Auerbach nach eigenen, und nach den Analysen des Herrn Iljenkow sehr ausführlich und gründlich, in der mehrfach genannten Abhandlung pag. 30 berichtet.

Jeder, den die Sache interessirt, wird diese werthvollen Mittheilungen zur Hand nehmen müssen, so wie die Mittheilungen des Herrn Guillemin in seinem 1859 in Paris erschienenen *Explorations minéralogiques dans la Russie d'Europe*, pag. 7 bis 17.

Wir entnehmen diesen Schriften Folgendes:

Nach H. Iljenkow's Untersuchungen, welche mit frisch aus verschiedenen Gegenden der Grube genommenen Kohlenproben angestellt wurden, verliert die Malöwkaer Kohle, bei 100° Cels. getrocknet im Mittel 32,7 % ihres Gewichts.

Bei ihrer Verbrennung giebt die trockne Kohle im Mittel einen Rückstand von 24 %.

In einem offenen Tiegel bis zum Rothglühen erhitzt, verliert sie bis 40 % flüchtiger Bestandtheile.

Trocken destillirt, geben 100 Theile dieser Kohle, in deren natürlichem Zustande:

Rückstand im Kolben	63,7
Ammoniakalisches Wasser	16,5
Theer	8,6

Die getrocknete Kohle nimmt, wenn man sie an einen feuchten Ort legt, in 48 Stunden um 0,09 ihres Gewichts zu. 100 Theile getrockneter Kohle geben

Kohlenstoff	48,28 bis 59,43
Wasserstoff	4,41 bis 7,38
Asche	14,00 bis 34,30

100 Theile nicht getrockneter Kohle gaben

Wasser	14,82
Kohlenstoff	45,18
Wasserstoff	4,34
Sauerstoff	23,87
Stickstoff	unbestimmt
Asche	11,79
Schwefel	6,5.

Die Malöwkaer Kohle sintert nicht zu Coak zusammen, sondern die Stücke behalten beim Verbrennen ihre Gestalt.

Der bedeutende Gehalt an Schwefelkies scheint auf die Dampfkessel der Zuckersiederei von Michailowskoje keine besonders schädliche Wirkung auszuüben,

Nach Herrn Leo's mündlicher Mittheilung ist das Kohlenfeld von Malöwka durch Bohrlöcher bereits auf einem Raume von 5 □ Werst nachgewiesen.

Diese Angabe halte ich für sehr wichtig, denn sie beweist, im Gegensatze zu einer früheren, von mehreren Personen[1]) geäusserten Meinung, nach welcher die Kohlenflötze des Moskauer Beckens immer nur eine geringe Ausdehnung und daher den Karakter isolirter kleiner Becken haben sollten — sie beweist, sagen wir, dass hier Material genug zur Bildung grosser Kohlenfelder war.

Man wird sich nun künftig nicht dadurch abschrecken lassen, weitere Nachsuchungen zu machen, wenn ein Paar aufgefundene Flötze sich bald verdrücken oder gar ganz auskeilen. In ihrer Nähe kann man immer hoffen die Fortsetzung dieser Flötze zu finden.

Schon bei unsern späteren Untersuchungen (Olivieri und ich) hatten wir uns davon überzeugt, dass manche Flötze ursprünglich ein grosses zusammenhängendes Ganze gebildet hatten, das dann später durch Erosionsthäler parcellirt wurde. Ein Flötz, das sich am Abhange eines Thales ganz ausgekeilt zu haben scheint, setzt in der Regel am gegenüber liegenden, oft eine oder mehr Werst entfernten Abhange wieder auf.

Von Malöwka begab ich mich von Herrn Leo begleitet nach dem 10 Werst nördlich von *Malöwka* belegenen, dem Neffen des Grafen Al. Bobrinsky gehörigen Gute *Tawarkowa.*

In einem Wasserrisse, welcher 1 Werst südlich von *Tawarkowa* in das Flüsschen *Studenoi log* mündet, beobachtete ich folgenden Gesteinsdurchschnitt.

Profil No. 4.

a) Diluvium.
b) Grauer Thon.
c) Unreine Kohle, 4 Fuss 8 Zoll mächtig.
d) Lockerer, geschichteter, gelblich weisser Sandstein mit Glimmer, 10 Fuss 6 Zoll dick.
e) Grauer Thon 2 Fuss 4 Zoll.
f) Schiefrige, feste Kohle 3 Fuss 6 Zoll.
g) Weisser, lockerer Sandstein ohne Glimmer mit Abdrücken von langen, schmalen Blättern.

Eine Werst flussabwärts hat Herr Leo einen Stollen in das Kohlenflötz getrieben, am rechten Ufer.

Neben dem Stollen, in einem steilen Wasserrisse, waren folgende Schichten in absteigender Ordnung aufgeschlossen:

Profil No. 5.

a) Diluvium.
b) Grauer Thon.

1) Auch von mir selbst.

c) Kohle. Am Ausgehenden 3 Fuss 6 Zoll mächtig, im Stollen wächst die Mächtigkeit bis 7 Fuss.

d) Grauer Thon.

e) Kohle, 4 Fuss 8 Zoll mächtig, aber durch zwei dünne, weisse Mergellagen in drei Flötze getrennt.

f) Weisser Sand.

g) Gelber Mergel und Kalkstein mit *Terebratula Puschiana*, *Terebratula concentrica*, *T. Huotina* und *Spirifer labellum*?

Die Schicht *g* ist offenbar Devonisch, und gleichen Alters und Horizontes mit den Schichten *e*, *f*, *g*, *h* und *i* des Profils No. 2, das man 1 Werst oberhalb *Malöwka* beobachten kann.

Aber hier bei *Tawarkowa* liegt zwischen der Kohle und der Devonischen Schicht nur eine Schicht weissen Sandes und wieder kein Bergkalk. Ganz in der Nähe des Stollens, auf den benachbarten Höhen, und zwar in einem bedeutend höheren Niveau als die so eben beschriebenen Schichten, wird ein grauer, dichter, klingender Kalkstein, mit *Productus gigas* gegraben.

Obgleich dieser sehr zerklüftete Kalkstein nur ein dünnes Lager dicht aneinanderliegender scharfkantiger Blöcke bildet, so halte ich ihn doch für anstehend eben wegen der Scharfkantigkeit der einzelnen Blöcke, die nicht im mindesten abgerollt sind, was doch der Fall sein müsste, wenn sie einen Transport erlebt hätten.

Ich glaube annehmen zu können, dass dieser Kalkstein die Kohle von Tawarkowa überlagert. Der Devonische Mergel unterteuft sie, und hier wäre dann wieder ganz dasselbe Verhältniss, wie an der *Prykscha* im Nowgorodschen und an manchem andern Orte. Es ist wahr, Herr Leo hat hier in den Bohrlöchern, welche er zur Aufsuchung des Flötzes niedergestossen, keinen Bergkalk angetroffen; allein die Bergkalkschicht bildet, allem Anschein nach, nur den schwachen, inselartig isolirten Rest eines ehmaligen, etwa durch Diluvialfluthen zerstörten Lagers.

Den Beweis dafür, dass ungeheure Felder des Bergkalks wirklich zerstört und in erratisches Gerölle verwandelt sind, werde ich weiter unten geben.

Von *Tawarkowa* reiste ich über *Bogorodizk* und *Tula* nach dem Gute *Obidimo* des Hrn. Chamäkow, 19 Werst NW von Tula. Dieses Gut liegt nur wenige Werst westlich von der nach Aleksin führenden Poststrasse.

Philipp Akatow, der Verwalter des Chamäkowschen Gutes, hatte, etwa 3 Werst SW von *Obidimo*, und eben so weit vom rechten Ufer der *Upa*, am Fusse einer Höhe Kohlenlager entdeckt, und einen offenen Bau auf denselben angelegt.

An der steilen Grubenwand waren folgende Schichten mit einer Gesammtmächtigkeit von circa 7 Sashen entblösst:

Profil No. 6.

a) Diluviallehm ohne nordische Gerölle.

b) Kohle, 4 bis 14 Werschok.

c) Thoniger Sand.
d) Grauer Thon.
e) Sand und Thon.
f) Thon.
g) Sand.
h) Grauer Schieferthon.
i) Sand.
k) Schieferthon.
l) Sand mit Schwefelkiesknollen.
m) Schiefrige Kohle, 4 Fuss bis 4 Fuss 8 Zoll.
n) Dunkelgrauer, sehr fester, fetter Kohlenthon.
o) Kohle, 1 Fuss.
p) Grauer Thon.
q) Sand.
r) Kohle, 1 Fuss.

Bis zur Schicht *n* war der Durchschnitt vollkommen aufgeschlossen. Von den Schichten *o*, *p*, *q*, *r* sagte mir Herr Akatow, welcher sie in einem Schurfe gesehen hatte.

Das Flötz *m* wird abgebaut. Diese Kohle ist etwas besser als die von *Malöwka*. Nach Herrn Auerbach's Analyse enthält dieselbe:

Hygroskopisches Wasser	3,11
Flüchtige Bestandtheile	49,14
Kohle	24,48
Asche	23,27

Sie eignet sich also nicht nur zum Heizen, sondern auch zur Erzeugung von Leuchtgas, und da sie nur wenig Schwefelkies zu enthalten scheint, auch wohl zu metallurgischen Arbeiten.

Ihre untern Lagen kann man in Tafeln von 3 bis 4 Fuss Länge und Breite, und von 7 Zoll Dicke brechen, die so fest sind, dass sie auch von heftigen Stössen nicht zerbrechen. Die Kohle eignet sich mithin auch zu weitem Landtransport, und wird ohne Zweifel mit der Zeit in dem benachbarten *Tula* und vielleicht auch in *Moskau* verwendet werden.

Leider baut man sie nicht unterirdisch, sondern, aus Furcht vor der theuern Holzzimmerung, in einem offenen Baue ab. Man bedenkt dabei aber nicht, dass das Abtragen der mächtigen, über der Kohle liegenden Schichten wahrscheinlich mehr kostet als die Zimmerung. Und da die Kohle so fest ist, so würde man der Zimmerung wahrscheinlich nur an der Mündung des Stollens bedürfen.

Ein Stollen, den man in den Berg triebe, würde auch wahrscheinlich zeigen, dass das Flötz in dieser Richtung mächtiger wird. Pag. 11 der oft erwähnten Abhandlung der Herren Auerbach und Trautschold wird gesagt, dass bei *Obidimo* sich keine Spur weder des ältern noch des jüngern Bergkalks über dem obern Kohlenflötze finde.

Ich kann dieser Behauptung nicht beistimmen, denn als ich vom Kohlenflötze den Berg hinanstieg, an dessen Fusse es zu Tage geht, bemerkte ich sehr bald die zerklüfteten und zerfallenen Ausgehenden eines dichten, grauen, splittrigen, zähen Kalksteins, in welchem man nur undeutliche Muschelfragmente und späthige Enkrinitenstiele erkennen konnte. Dieser Kalkstein liegt mindestens 10 bis 20 Sashen höher als die bei der Grube entblössten Gesteinsschichten, und setzt die ganze, den Umkreis dominirende Höhe zusammen. In einem nahgelegenen, jetzt nicht mehr benutzten Steinbruche geht er in festen, dicken Schichten zu Tage.

Da in der ganzen Gegend kein anderer Kalkstein vorkommt, als der zur untern Bergkalketage gehörige, so darf man auch wohl den Kalkstein von *Obidimo* dieser Formation zuzählen; und er liegt hier ohne Zweifel über und nicht unter der Kohle. In der Grube liegen ja alle Schichten söhlig, und da der nahe Kalkstein ein bedeutend höheres Niveau einnimmt, so ist es so gut wie gewiss, dass er die Kohle hier überlagert.

Ich lege auf diese Angabe ein gewisses Gewicht, weil *Obidimo* in der genannten Abhandlung ebenfalls als Beweis gegen die Richtigkeit unserer Ansicht von dem Horizonte der mittelrussischen Kohlenlager gebraucht wird.

Und dieser Ort, wie manche andere zeugen gerade für unsere Ansicht. So auch die nächste Umgebung der Stadt *Kaluga*, welche ich nach 19 Jahren wieder besuchte, um meine 1841 daselbst gemachten Beobachtungen nochmals zu prüfen.

Als ich damals an der Mündung einer Schlucht, welche sich in der Nähe des Lawrentjew-Klosters (St. Laurentius) in das Flüsschen *Jatschenka* zieht, im Alluvium Bruchstücke von Steinkohlen bemerkte, ging ich dieser Spur, die Schlucht aufsteigend, nach, und fand sehr bald die Ausgehenden der Flötze, von denen die Stücke herstammten. Es waren drei Flötze, getrennt durch zwei Kalksteinschichten; das heisst also ein Wechsel von Kohle und Bergkalk. Der Kalkstein ist genau derselbe, mit *Productus gigas*, wie er bei Kaluga und vielen Orten in den Steinbrüchen vorkommt.

Alle Bemühungen diese Entblössung im Sommer 1860 wiederzufinden blieben fruchtlos, obgleich ich im Suchen von dem Officier der Wegecommunication, Herrn Glaser, eifrig unterstützt wurde. Die Schlucht war offenbar seit jener Zeit verschlemmt. Herr Trautschold berichtet in dem Bulletin de la Soc. Imp. des naturalistes de Moscou, année 1860, No. II, pag. 594, dass er im Sommer 1860, dicht unterhalb der Ringmauer des Klosters in der Tiefe einer Schlucht Steinkohle gesehen habe, deren Lagerung aber die mit Rasen bedeckten Wände der Schlucht in völliger Ungewissheit liessen.

Meine Excursion war glücklicher. Wir fanden in der tiefen Schlucht, welche am nordwestlichen Ende Kaluga's, unweit der Wohnung des Gouverneurs, sich in die Jatschenka zieht, ein $3\frac{1}{2}$ Fuss mächtiges Kohlenflötz unmittelbar unter gelbem Mergel und dichtem Kalkstein mit *Productus gigas*. Die ganze Schichtenfolge aber, welche man hier beobachten konnte, war folgende:

a) Gelber Lehm.

b) Grauer Thon.

c) Gelbgrauer, dichter Bergkalk mit *Productus gigas*, *Bellerophon*, Abdrücken von *Lepidodendron* und mit Feuersteinknollen, 4 Fuss mächtig.

d) Gelber Mergel.

e) Schiefrige Kohle mit deutlichster Pflanzenstructur, 3 Fuss 6 Zoll mächtig.

f) Grauer Thon.

g) Gelber Mergel und zerklüfteter Kalkstein.

h) Gelber, okriger Sandstein, locker.

Alle diese Schichten sind mit 6° *hora* 2 bis 3 nach SW geneigt.

Ich komme nun, ausführlicher als es oben geschah, auf die von Herrn Trautschold aufgestellte Ansicht über die Stellung und das relative Alter der centralrussischen Steinkohle zurück.

Herr Trautschold theilt zuerst die Ansichten Meyendorff's, Olivieri's, Murchison's, Jeremejew's, Romanowsky's, Barbeaut de Marny's und die meinigen mit, nach welchen allen die Steinkohle des Moskau-Nowgoroder Beckens ihre Lage unter der Hauptmasse des älteren Bergkalks haben soll.

Dann folgen die eigenen Beobachtungen bei *Milenino* an der Upa im Kreise *Krapiwna;* auf der Besitzung des Hrn. Glebow, drei Werst von dem Dorfe *Panino*, im Kreise *Krapiwna*, bei dem Dorfe *Trunowka;* bei *Tawarkowa* im Kreise *Bogorodizk*, bei *Malöwka*, bei *Ssatinka* und bei *Obidimo*, dem Besitze des Herrn Chamäkow.

Es werden am Schlusse der Abhandlung auf 11 Seiten 48 Gesteinsdurchschnitte mitgetheilt, welche von verschiedenen Beobachtern herrühren, und alle der Bergkalkformation angehören.

In 26 dieser Durchschnitte kommen Kohlenflötze vor. In den übrigen finden sich keine Kohlen, aber Stigmarienreste im Kalkstein, oder Sandstein mit Holzresten vor, und dergleichen; in vielen auch nicht einmal diese Pflanzenreste.

Diese Durchschnitte lassen sich so gruppiren:

	Zahl der Profile.
Devonisches allein	2
Bergkalk und Alluvium ohne Kohle	7
Nur Bergkalk und Devonisches, ohne Kohle	1
Thon, Sand, Sandstein, Kohlensandstein, ohne Kohlenflötze	6
Thon, Sand etc. und Kalkstein, dessen Alter unbestimmt gelassen ist	5
Kohle auf Devonischem, ohne Bergkalk über oder unter derselben	4
Kohle nur von Kohlenthon, Sand, Mergel etc. begleitet	15
Kohle unter dem Bergkalk	1
Kohle auf Bergkalk und dieser auf Devonischem	2

Wenn in dieser Vertheilung vielleicht Aenderungen zu machen wären, so wären sie jedenfalls so gering, dass man sie übersehen kann.

Aus dem Umstande nun, dass in einigen 20 Fällen die Kohlenflötze ganz frei liegen,

das heisst, weder von jüngerem noch älterem Bergkalksteine bedeckt sind — ferner, dass in zwei Fällen die Kohle angeblich über Schichten der Bergkalkperiode liegt, und dass ihr Vorkommen unter dem Bergkalke eine seltene Erscheinung sein soll, sieht Herr Trautschold sich veranlasst Folgendes anzunehmen:

1) Nicht die Kohle überhaupt, wie Helmersen ein Mal gesagt[1]), erscheint in Central-Russland zufällig, sondern nur die unter dem Bergkalk liegende.
2) Das beständige Vorkommen ist dasjenige oberhalb desselben. Jenes ist eine Ausnahme, eine Abweichung von der Regel, dieses das Normale und Gesetzmässige.
3) Dies Vorkommen der Kohle in Central-Russland stellt sich, nach Herrn Trautschold, überhaupt demjenigen in England als ganz identisch heraus. Demnach würde auch der Horizont der Russischen Kohle mit dem der Belgischen und Preussischen Kohlenlager zusammenfallen.

Pag. 16 kommt Trautschold zu dem Schlusse, dass die Bildung der älteren Kohlenlager mit der Bildung der Kalksteine, welche den *Productus gigas* enthalten, zusammenfiel, und dass die Vegetation der jüngern Kohlenflötze gleichzeitig sich entwickelt hat mit dem Absatze, welcher durch *Spirifer Mosquensis* und *Fusulina* karakterisirt ist. Oder, um noch einfacher zu sein:

Sämmtliche Kohlenflötze sind Zeitgenossen des Bergkalkmeeres.

Pag. 19 giebt Herr Trautschold dann eine theoretische Erklärung des ganzen Vorganges:

a) Das Devonische Meer erstreckte sich einst bis an das Eismeer und die Ostseeprovinzen.

b) Als es sich durch Eintrocknen oder Abfliessen (wohin?) senkte, entstanden auf den ehmaligen Untiefen dieses Meeres niedrige Inseln, auf welchen sich *Stigmarien*sümpfe bildeten.

c) Während derselben Zeit war in dem verkleinerten Meere der *Productus gigas* erschienen. Von atmosphärischen Wassern losgelöst, stürzte wohl hie und da vom Rande der *Stigmarienmoore*, ein Stück eines Moorgrundes in das Meer hinab, und wurde nach und nach von Kalkniederschlägen bedeckt.

Die Hauptmasse des Moores blieb aber unversehrt, und bildet heut die unterste Schicht unserer Kohlenlager. Sie wurde von Zeit zu Zeit überfluthet, und von höheren Gegenden des festen Landes her, mit Thon und Sandlagern bedeckt, auf denen neue Stigmarienmoore sich bildeten.

Das Productusmeer wurde dann noch kleiner. Auf dem dadurch entstandenen Lande wucherte *Stigmaria* erst recht, und zu ihr gesellten sich noch *Sagenarïen*, *Lepidodendren*, *Sigillarien*, *Knorrien*.

---

1) Ich habe allerdings ein Mal geglaubt die Kohlenlager Central-Russlands bildeten einzelne, versprengte kleine Felder. Aber ich bin von dieser Meinung längst zurückgekommen, wie man in den Gutachten lesen kann, welche ich zu verschiedenen Zeiten der Oberbehörde abgegeben.

*

Der *Productus gigas* starb aus; seine Schalen fielen nieder, um mit andern Kalksteinsedimenten die Schicht zu bilden, welche wir älteren Bergkalk nennen. An seine Stelle trat der *Spirifer Mosquensis.*

d) Das Meer erzeugte neue Thiere, das Land Pflanzen.

e) In den Kohlenlagern dieser Zeit entdeckt man keine Spur von animalischen Resten.

So weit Herr Trautschold.

Wir wollen nun diese Darstellungen prüfen, und beginnen mit den oben angeführten Durchschnitten.

Pag. 48 des erwähnten Aufsatzes ist, nach der Mittheilung des Capitain Romanowsky, der die *Tulaer* und *Kalugaer* Bergkalkformation gründlicher als jeder Andere studirt hat, der in der ersten Columne unten angegebene gelbe Kalkstein devonisch.

Pag. 49 in der ersten Columne, ist unter dem Namen *Lissji Priar* (Tschernezowa) ein Durchschnitt angegeben, dessen Jeremejew hier gar nicht erwähnt hat, sondern er sah dieses Profil 4 Werst von *Krapiwna* bei dem Dorfe *Sherdewa* oder *Preobrashenskoje.* Bei Lissji Priar erwähnt Jeremejew nur Devonischen Kalkstein, und in der Nähe an der Upa noch eines Durchschnitts ohne Kalkstein.

Der Durchschnitt bei *Filimonowa*, einem Dorfe das 14 Werst von *Wälina* liegt, ist zwei Mal angegeben; das erste Mal, mit *F* geschrieben, pag. 49, nach Jeremejew; das zweite Mal nach Barbeaut, mit *Ph* geschrieben. Barbeaut giebt in dem Kalksteine, welcher unter der Kohle liegt, folgende Versteinerungen an: *Terebratula livonica, Productus Murchisonianus, Terebratula Puschiana.* Der Kalkstein ist also Devonisch, wie schon Jeremejew sagte, und Romanowsky sah hier noch *Productus productoïdes* und *Arca Oreliana.*

Pag. 51, in der dritten Columne, hätte der Durchschnitt bei *Podmokloje*, unweit der Stadt *Sserpuchow*, nach Romanowsky's Bohrregistern vervollständigt werden können, und er hätte dann gezeigt, dass Romanowsky dort unter dem *Productus*kalkstein zwei Kohlenflötze erbohrt hat, welche auf Devonischem liegen. Also ein Verhältniss wie an der *Prykscha* im Gouvernement *Nowgorod* (Kreis *Borowitschi*). Und man übersehe nicht, dass diese Flötze genau in der Tiefe erbohrt wurden, in welcher wir sie vermuthet hatten.

Wir können aber zu dem Beispiele von *Podmokloje* noch folgende hinzufügen, wo der ältere Bergkalkstein über den Kohlenflötzen liegt:

1) *Dugnafluss.* Bei einer Mühle, unweit der Eisenhütte *Dugna*, sah Romanowsky oben am steilen Ufer Bergkalk mit *Otarion Eichwaldi* Fischer, und mit Encriniten; unter diesem ältern Bergkalke blaugrauen Thon; unter diesem ein 10 Zoll mächtiges Kohlenflötz und darunter wieder Thon.

2) Bei *Wälina*, 50 Werst von Tula, fand Romanowsky ganz in der Nähe des alten Schachts, aber in viel höherem Niveau als die Kohle, ältern Bergkalk.

3) Bei *Obidimo* liegt, wie ich bereits oben angab, Bergkalk unbezweifelt über der Kohle, wenn auch die unmittelbare Auflagerung nicht zu sehen ist.

4) In *Slobodka*, im Tulaschen, stand vor Jahren ein Versuchsschacht, in welchem Kalkstein mit *Productus gigas* über der Kohle lagert. Man kann das auch über Tage sehen. Ich habe diesen Ort selbst besucht.

5) Bei *Aleksin* an der Okka und

6) Bei *Kijewzy* an der Okka und

7) Bei *Lübutskoje* an demselben Flusse habe ich ältern Bergkalk mit *Productus gigas* immer über den Kohlenflötzen gesehen.

8) Bei *Berkowaja* führen Auerbach und Trautschold selbst (pag. 51) nach Jeremejew's Angabe Productuskalkstein über Thon mit Kohle an.

9) Bei *Peremyschl* sah Murchison Schieferthon mit Kohlenstücken unter Productuskalk mit *Orthis arachnoïdea Euomphalus.*

Wenn wir noch *Podmokloje*, bei Sserpuchow, hinzufügen, so haben wir 10 positive Beispiele, dass der ältere Bergkalk in sehr verschiedenen Gegenden des Moskauer Beckens die Kohlenflötze bedeckt.

Dagegen sind alle 26 Beispiele, welche Trautschold für die Richtigkeit seiner Ansicht anführt, negativer Natur, und nur eins oder zwei positiv. Denn in allen jenen Durchschnitten ist nicht zu sehn, dass Bergkalkstein unter der Kohle läge; *Productus Flemingii,* den die Herren Auerbach und Trautschold bei Malöwka unter dem Kohlenlager citiren, ist nach Panders[1]) Bestimmung eine andere, und zwar eine neue Devonische Art. Die Kalksteine, die hier unter der Kohle liegen, sind nicht dem Bergkalk, sondern unbezweifelt dem Devonischen beizuzählen. Hätte Hr. Trautschold uns eben so viele Durchschnitte vorgeführt, in denen die Kohle auf dem älteren Bergkalke, d. h. auf dessen Hauptmasse liegt, so wäre er numerisch gegen uns im Vortheile. So aber ist er es nicht, denn es ist der begründeten Annahme Raum gegeben, dass auf jenen Kohlenflötzen ursprünglich Bergkalkschichten mögen gelegen haben, und dass diese später zum Theil zersört wurden. In einigen Fällen mögen die Flötze auch unbedeckt geblieben sein. In andern, wie bei Tawarkowa, entgingen einzelne Bergkalklager der definitiven Zerstörung. Die Motivirung dieser Ansicht folgt weiter unten, sobald wir zur Betrachtuug des Bergkalks im Olonezschen gelangt sein werden. Zu jenen 10 Beispielen müssen noch hinzugefügt werden:

11) *Kaluga*, wo Romanowsky in der Nähe des St. Lorenzklosters ein Kohlenflötz sah[2]), das auf Kalkstein mit *Productus gigas* ruht, und von Kalkstein mit *Allorisma regularis* bedeckt ist. 1860 fand ich bei Kaluga ein Kohlenflötz unter *Productuskalk.* Hier liegt also Steinkohle in älterem Bergkalke; aber man braucht nur die grossen Steinbrüche bei Kaluga zu besuchen und die relative Höhe der Kalkflötze zu berücksichtigen, um sich zu überzeugen, dass die grosse Hauptmasse des Kalksteins über der Kohle, nicht unter ihr liegt.

1) Auerbach hatte dies selbst schon erkannt.

2) Wahrscheinlich dasselbe das ich 1841 gefunden hatte.

12) Bei dem Gute *Symnizy*, zwischen *Lichwin* und *Kaluga*, beobachtete ich 1841 einen grauen Kalkstein mit *Orthoceren* und *Syringopora reticulata* (älterer Bergkalk) auf einem Kohlenflötze. Unter diesem Flötze schien wieder Kalkstein zu liegen; die unmittelbare Auflagerung war freilich nicht zu sehen. Aber unter diesem Kalkstein folgte wieder grauer Kohlenletten.

Auch *Tawarkowa* und *Dedilowo* würde ich zu diesen 12 Beispielen hinzuzählen, wenn man mir nicht vorwerfen könnte, dass hier das Aufliegen des älteren Bergkalks auf der Kohle nicht strenge bewiesen ist. Trautschold giebt pag. 19 selbst zu, dass der Bergkalk von Nowgorod, Twer, Moskau, Tula und Kaluga ein grosses, gemeinschaftliches Bassin fülle, welchem alter rother Sandstein (Devonisches) zur Unterlage dient. Betrachten wir nun die nördliche Hälfte dieses Beckens im Gouvernement Nowgorod, und dann die Bergkalkzone, welche sich von hier über das Olonezer Gouvernement nach Archangel verbreitet.

13) Bei der Stadt *Borowitschi* gehen zwei dünne Kohlenflötze mit grauem Thon zu Tage, und sind nur von Alluvium bedeckt, wie das auch im Tulaschen und Kalugaschen so häufig der Fall ist. Geht man von der Stadt flussaufwärts, so tritt bald dichter, älterer Bergkalk mit *Productus gigas* auf, und zwar unmittelbar über dem grauen Kohlenletten und der Kohle. Dieser Kalkstein erreicht 14 Fuss Mächtigkeit. Als ich 1839 von Borowitschi die Msta hinab bis zur Belaja schiffte, sah ich nur Devonische Thone und Sandsteine. Es hat also in der ganzen Gegend die Kohle und der Kohlenletten dieselbe Lage wie an jenen 9 erwähnten Punkten im Tulaschen und Kalugaschen, nämlich unter dem älteren Bergkalke.

14) Und eben so ist es an der *Prykscha*, bei *Scherechowitschi* im Gouvernement Nowgorod, wo 6 Kohlenflötze, von denen 2 bauwürdig sind, mit Kohlenthon und Sandstein wechseln, und sämmtlich unter mächtigen Bänken älteren Bergkalks liegen. Unter den Flötzen stehen Devonische Mergel und Sandsteine mit *Holoptychus*, *Pterychtis* und *Lingula* an.

Man kann diese Verhältnisse nicht klarer sehen, als hier, und doch wäre ich bereit auch in dieser Gegend, z. B. bei dem Gute *Welikuscha*, an der Mündung der Lnänaja in die Msta Stellen zu zeigen, wo die Kohlenflötze nur von Thon oder Alluvium und nicht von Kalkstein bedeckt sind, weil letzterer hier zerstört ward.

15) Man hat lange Zeit angenommen, dass der Bergkalkstreifen, welcher von dem Nowgoroder Gouvernement an das Weisse Meer streicht, nur aus oberem Bergkalke mit *Spirifer Mosquensis* bestehe, und daher auch keine Steinkohle enthalte.

Es ist mir durch wiederholten Besuch der Gegend von *Wytegra* in den Jahren 1856, 1857 und 1859 gelungen zu zeigen, dass hier auch der untere Bergkalk repräsentirt ist, und zwar durch Sandstein, Eisenerzlager und Thon, aber nie durch Kalkstein. An mehre-

ren Durchschnitten an dem *Andomaflusse*, an der *Ileksa*, kann man folgende Schichten in absteigender Ordnung sehen:

a. Weisser, kreideartiger Kalkstein mit *Spirifer Mosquensis*, *Productus striatus* (Valdaïcus), *Lithostrotion floriforme, Calamopora radians, Fusulina cylindrica, Productus reticulatus.*

b. Gelber und rother Sand und Sandstein.

c. Thoneisenstein mit *Calamopora radians*, *Lithostrotion floriforme*, *Productus reticulatus*, *Lepidodendron*, *Calamites*, *Bellerophon.*

d. Sandstein und dünne Thonlager.

e) Schwarzgrauer, feuerfester Thon mit Abdrücken von *Stigmaria* und mit einzelnen Kohlenschmitzen.

f) Sand und Sandsteine.

g) Devonische Thone und Sandsteine.

Ich bin geneigt die, jenes Eisenerz enthaltende Schicht, wegen der Pflanzenreste, und eben so den schwarzen Thon mit der Kohle und den Stigmarienresten, für Repräsentanten des untern, ältern Bergkalks zu halten. Und der schwarze Kohlenthon liegt ja hier wieder auf dem Devonischen uud hat die *Producten, Bellerophonten* des Bergkalks über sich.

Muss man nun nicht, wenn man die Lagerungsverhältnisse von No. 13, No. 14 und No. 15 mit den vorhergehenden 12 Nummern aus der Südhälfte des Beckens vergleicht, annehmen, dass in dem ganzen Bassin ein und dieselben Bedingungen herrschten, nur mit dem Unterschiede, dass im Norden spärlicher Pflanzenwuchs war, während er im Süden herrlich florirte.

Alle diese Thatsachen widerlegen die zwei ersten der Behauptungen des Hrn. Trautschold. (Siehe pag. 19). Sie zeigen nämlich, dass das Vorkommen der Kohle unter dem Bergkalke ein sehr verbreitetes ist, und keine in beschränkter Zahl auftretende Erscheinung. Der dritte Punkt fällt nun von selbst und zieht die ganze Theorie nach sich.

Dass solche Kohlenlager ins Productusmeer abgerutschte Stücke von Stigmarienmooren sind, können wir nicht glauben. Gesetzt es hätten sich auch in der That grosse Stücke Stigmarientorfs von einem Moore abgelöst, und wären, da sie sich voll Wasser gesogen hatten, auf den Boden des benachbarten seichten Meeres gesunken[1]), so ist es nicht anzunehmen, dass dieses Meer, das doch auch seinen Wogengang und mithin seine zerstörende Kraft wird gehabt haben, diese lockeren Filzdecken werde unzerstört gelassen haben. Wenn sie aber zerstört wurden, so konnten sie sich unmöglich als kompakte Lager von bestimmten Umrissen regeneriren. Ihre zerstreuten Bestandtheile konnten höchstens den sich bildenden Schlamm und Sand auf dem Meeresboden und an den Küsten dunkel färben, und einzelne Holzstücke, Rindenstücke und dergleichen in diesen Absätzen deponiren.

1) Herr Trautschold nimmt ja flache Inseln, ehmalige Untiefen und die flache Continentalküste als die ersten Bildungsorte der Stigmariensümpfe an.

Die Kohle von *Kijewzy* ist sehr locker, feinblättrig, man erkennt in ihr sehr deutlich die organische Struktur. Wie sollte nun eine solche Masse, wenn sie in einen Ocean rutscht und von dem Wellengange angegriffen wird, demselben siegreich widerstehen und sich unzertrümmert auf den Meeresboden senken. Solche Vorgänge sind in der Geologie unbekannt.

Die Atlantische schwimmende Fucusbank bleibt unzerstört, weil sie ein Meeresprodukt, kein Fremdling in demselben ist, und weil sie Lebenskraft besitzt.

Wenn man mit Herrn Trautschold annehmen wollte, dass die ältere Kohle sich auf Inseln des flachen Productusmeeres bildete, so muss man fragen, wo sind denn diese Inseln? da ja das Productusmeer sich nach dem Auftauchen dieser Inseln senkte, und zum Spiriferenmeer zusammenschrumpfte, so mussten ja diese Torfinseln noch höher hervortreten. Aber wir suchen sie vergebens in dem grossen Productus- und Spiriferenmeere. Man führe die Kohle von *Kremenskoje*, welche Sokolow untersucht hat, nicht als Beispiel an, denn es ist eine Insel im Jura. Der *Productuskalk* geht viel weiter nach Süden vor, als ihn die von Herrn Trautschold entworfene, der Abhandlung beigegebene Karte zeigt; er tritt noch bei *Wälina* und bei *Slobodka* auf, also schon in naher Nachbarschaft der alten Devonischen Küste; er bedeckt an beiden Orten die Kohlenlager, und an keiner Stelle kann man Kohleninseln oder Kohlenriffe zeigen, die aus Productuskalk hervorstossen, oder mit andern Worten, die an ihrem Fusse von Productuskalk umkränzt wären.

Und doch dürfen wir solche Erscheinungen fordern, wenn Trautschold's Theorie richtig wäre.

Dass an gar manchen Orten des Tulaschen, Kalugaschen und Nowgorodschen Kohlenlager mit den sie begleitenden Thonen und Sandsteinen frei, das heisst von Bergkalk unbedeckt liegen, haben wir immer gewusst, und uns immer durch zweierlei Gründe erklärt:

1) Die Kohlenlager, welche sich nach dem Untergange der Devonischen Fauna und dem Verschwinden des Devonischen Meeres in einem grossen sumpfigen Becken bildeten, wurden später, als dieses Becken sich wieder mit dem Productusmeer gefüllt hatte, grösstentheils von Schichten des älteren Bergkalks bedeckt.

   Das Meer erreichte aber nicht mehr die am äussersten Rande gebildeten Stigmarienmoore, und diese blieben daher ohne Kalkbedeckung.

   Wo aber das Productusmeer auch diesen äussersten Rand erreichte und überschritt, da setzte sich älterer Bergkalk unmittelbar auf Devonischem ab.

2) Wo, wie bei *Kaluga*, Steinkohle in den ältern Bergkalk eingebettet ist, muss man langsame, säkulare Schwankungen des Bodens annehmen. An Preussens Küste stehen die Stümpfe grosser Eichenwälder unter dem Meereswasser und werden von Meeressedimenten bedeckt. An Schwedens Küsten steigen Thonlager mit Meeresmuscheln auf, und werden allmälig von Torfmooren überzogen.

3) An manchen Orten ist die Bergkalkdecke von den Kohlenlagern durch mechani-

sche Zerstörung entfernt worden. Wenn sich auch diese nicht an jedem Orte nachweisen lässt, so hat sie doch in der That stattgefunden, in grösstem Maassstabe, und hat auch das Devonische ergriffen. Hier ein Paar Beispiele:

Wenn man sich der Stadt Orscha vom Norden her nähert, so senkt sich der Weg einige Werst von der Stadt von einer bewaldeten Höhe zur oberen Thalsohle des Dnepr hinab, auf ein weites, ebenes Feld von grosser Ausdehnung. Dieses ist steril, weil von Millionen von Gesteinstrümmern bedeckt, unter denen Kalksteinblöcke mit Devonischen Muscheln, *Terebratula Meyendorffii, Spirifer tenticulum*, und Hornsteinblöcke mit *Productus gigas*, also aus älterem Bergkalke, sehr häufig sind. Die Blöcke liegen dicht einer an dem andern, wie in einem Conglomerat.

Bei Orscha selbst sah ich in diesem chaotischen Conglomerat scharfkantige, devonische Blöcke von 7 bis 8 Fuss Länge. Es giebt in ihm 6 bis 7 Sashen tiefe Gruben, in welchen man Kalkblöcke zur Bereitung von Mörtel gräbt. Dies mag einen Begriff von den Dimensionen dieses Schuttbodens geben. Das sind denn doch gewiss Zeugen einer gewaltigen Zerstörung, die nicht diese Gegend allein, sondern einen guten Theil Russlands wird betroffen haben.

Oestlich von *Wytegra*, im Olonezer Gouvernement, liegt ein 12 bis 15 Werst breites und fast eben so langes Thal, an dessen Ostseite, am Andomaflusse, und an der Ileksa auf der Westseite, die Schichten des obern Bergkalks mit *Spirifer Mosquensis*, und jene unter ihm liegenden Sandsteine und Thone in hohen, steilen Klippen horizontal zu Tage gehen. In dem ganzen, weit über 100 □ Werst grossen Thale sind aber diese Schichten, fast genau bis auf die Eisenerzlage, vollkommen zerstört und spurlos verschwunden, da man ihre Trümmer nirgends antrifft.

Also wieder eine grossartige Bergkalkzerstörung, die zugleich zu verstehen giebt, dass man nicht, wie pag. 44 des erwähnten Aufsatzes geschieht, in allen Fällen verlangen dürfe, dass nun auch nachgewiesen werde, wo die Produkte der Zerstörung hingerathen sind.

Die Kohlenläger, mit dem sie unmittelbar begleitenden Schieferthon und Sandstein, mögen immerhin Landbildungen sein, da man nie Meeresmuscheln in ihnen findet. Wenn aber Herr Trautschold sagt, dass zwischen zwei Meeresböden normaler Weise keine Landflora mitten inne stehen kann, und dass die zwischen Devonischem und unterem Bergkalke liegenden Kohlenflötze eine abnorme, durch Hinabgleiten hervorgerufene Stellung einnehmen, so erinnern wir ihn an die Wealdenformation Englands, die eine Land- und Süsswasserbildung, und doch zwischen entschieden maritimen Bildungen, wie Kreidegebirge und Jura, mitten eingebettet ist. Wer wird denn aber wohl solche Wealdenschichten für Abrutschungen von etwanigen Wealdencontinenten und Inseln auf den Boden des Jurameeres halten!

Ich glaube im Obigen genugsame Motive beigebracht zu haben, warum ich bei unserer früheren Ansicht von dem Horizonte der Kohle Centralrusslands beharre, und warum ich mit der Anschauungsweise der genannten Herren nicht übereinstimme.

Da aber unsere Ansicht die richtige ist, so haben auch die Bohrarbeiten zu *Jerino* und zu *Moskau* Aussicht auf Erfolg, denn ihre Anlage beruht auf richtig erkannten Thatsachen.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Bohrungen bei *Moskau* und *Jerino*.

Das Bohrloch in Moskau, am 18ten Oktober 1857 begonnen, hatte am 12ten Juli 1860 eine Tiefe von 225 Fuss 6 Zoll engl. erreicht.

Man hatte abwechselnd den Fabianschen und den Oeynhausenschen Bohrer angewendet.

Bei 44 Fuss Tiefe hatte man den weissen, obern Bergkalk erreicht. Er hat eine Mächtigkeit von 57 Fuss, ist aber in der untern Partie von 13 Fuss mächtigen bunten Thonen durchsetzt.

Dann folgten nach einander: Rother Mergel, grauer Sandstein des obern Bergkalks, rother und grüner Mergel, grauer Kalkstein des obern Bergkalks, weicher weisser Kalkstein derselben Etage, fester grauer Kalkstein, weisser Kalkstein, und am 1sten Februar 1860 stiess der Bohrer auf grauen Hornstein, welcher gegenwärtig durchbohrt ist.

Wir haben schon an einem andern Orte gesagt, dass das Moskauer Bohrloch einen doppelten Zweck hat.

Erstens: Kohle zu erschliessen. Diese kann aber nicht früher, als in einer Tiefe von 800 bis 1000 Fuss unter Tage erwartet werden.

Zweitens: Artesisches Wasser zu erbohren, das für Moskau eine grosse Wohlthat wäre, da die Stadt, und zwar nur ein Theil derselben, vermittelst kostbarer Leitungen mit Wasser versorgt wird.

In Jerino war das Bohrloch auf einer Höhe angelegt, deren obere thonige Schicht die Tagewasser nicht abfliessen lässt, daher in dem benachbarten Dorfe überall Brunnen sind, in denen das Wasser 3 bis 4 Fuss unter der Erdoberfläche steht.

Der Boden, auf dem das Bohrgebäude mit der Dampfmaschine stand, war durch eingedrungenes Tagewasser so locker geworden, dass man das gefährdete Gebäude auf einen neuen, sichern Bohrplatz hinüberschaffen musste, auf welchem man das Bohrloch, nachdem man den schwarzen Jurathon mit einem Schachte durchsunken hatte, unmittelbar im obern, weissen Bergkalk ansetzte.

Mit dem ersten Bohrloche war man hier 77 Fuss tief gekommen. Sein unteres Ende stand im Spiriferenkalkstein.

Geschrieben im October 1860.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
Tome III, N° 10.

ÜBER DIE

SPRACHE DER TSCHUKTSCHEN

UND IHR

VERHÄLTNISS ZUM KORJAKISCHEN

VON

L. Radloff.

Der Akademie vorgelegt am 9. März 1860.

ST. PETERSBURG, 1861.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 50 Kop. = 17 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

K. Vesselofski, beständiger Secretär.

Im März 1861.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

ÜBER

DIE SPRACHE DER TSCHUKTSCHEN

UND

IHR VERHÄLTNISS ZUM KORJAKISCHEN.

Von

L. Radloff.

Ueber die Sprachen der Bewohner des äussersten Nordost-Asiens, der Tschuktschen, so wie ihrer Nachbarn und Stammgenossen der Korjaken ist bisher wenig mehr bekannt geworden, als dürftige Wörterverzeichnisse. Dieser Mangel an genügenderem Material wird es rechtfertigen, einige bisher noch unbenutzte Quellen, die einiges Licht auf dieses Idiom werfen dürften, einer näheren Prüfung zu unterziehen.

Zwei kleine Tschuktschische Vocabulare vom Kreisschullehrer H. Raisky zusammengetragen, beide etwa 475 Wörter enthaltend, wurden im vorigen Jahre vom Civilgouverneur von Jakutzk, Dr. Stubendorff, der Akademie gütigst übermittelt. Dazu fanden sich noch unter dem handschriftlichen linguistischen Material, welches die Bibliothek der K. Akademie der Wissenschaften besitzt, folgende auf das Tschuktschische und Korjakische bezügliche Manuscripte: 1) Eine schon zum Theil in den Vocabulariis comparativis Catharinens II. benutzte, und dann fast vollständig in französischer Transscription bei Lesseps, Journal histor. de Voyage, Paris 1790. 8° T. II, p. 356-376 wieder abgedruckte, aber leider durch sehr viele Druckfehler entstellte synoptische Wörtertafel des Kamtschadalischen, Korjakischen, Tschuktschischen und Lamutischen (bei Lesseps 238, im Manuscripte 296 Wörter). 2) Eine Sammlung von Tschuktschischen Sätzen, meist in Form von Fragen und Antworten, welche wahrscheinlich in Folge der Verordnungen eingesandt worden ist, welche getroffen wurden, um das zur Zusammenstellung der Vocabularia comparativa nöthige Material zu beschaffen. Dennoch scheint diese Sammlung in jenem Werke so gut wie gar nicht benutzt worden zu sein, (das einzige Mal, wo dies wirklich ersichtlich, s. v. *Himmel*, ist durch ein Missverständniss dafür das Verbum *Sehen* gesetzt). Die Ursache davon lag offenbar in der Form dieser Sprachprobe, die die Benutzung derselben zu jenem

Zwecke allerdings erschwerte, für eine irgend eingehendere Betrachtung dagegen, und behufs einer etwas genügenderen Einsicht in den Bau dieser Sprache, ist diese Handschrift von ungleich höherem Belange. Ihre Ueberschrift besagt, dass in Ermangelung eines tschuktschischen Dolmetschers, der die Uebersetzung der verlangten Wörter hätte liefern können, einzelne tschuktschische Wörter und Sätze aus älteren gerichtlichen Acten (дѣла) excerpirt und durch Daurkin[1]), einen Mann, der sich früher im Lande der Tschuktschen aufgehalten habe, mit einer russischen Uebersetzung versehen worden seien. Die Zahl dieser gesammelten Sätze beläuft sich auf etwa 225, zu welchen noch gegen 60 einzelne Wörter hinzukommen. Der Vergleich sowohl mit den übrigen Tschuktschischen Vocabularien, als auch der einzelnen Wörter und Wortformen dieser Sprachprobe unter einander, zeugt für ihre verhältnissmässig bedeutende Genauigkeit und Richtigkeit, da einige Fehler durch Verlesen des zu Grunde liegenden Originals sich von selbst als solche ergeben.

Ehe wir jedoch die Sprachprobe selbst mittheilen, möchten noch einige vorläufige Bemerkungen über das Verhältniss der Sprache der sogenannten «nomadisirenden Tschuktschen» zunächst zum Korjakischen zweckmässig sein, an die sich dann das Besprechen ihres Verhaltens zum Kamtschadalischen und der von diesen nomadisirenden durchaus zu unterscheidenden sesshaften Tschuktschen anreihen kann.

Unter dem gemeinsamen Namen der *Tschuktschen* werden nämlich zwei einander benachbarte Völker, die ganz verschiedenen Sprachgruppen angehören, zusammengefasst und nur durch die ihrer beiderseitigen Lebensweise entlehnten Epitheta der «nomadisirenden oder Rennthier-» und der «sesshaften» Tschuktschen unterschieden[2]). Letztere bei *Sagoskin* (Пешеходная опись части Русскихъ Владѣній въ Америкѣ СПб. 1847. Th. 2. Anhang p. 21) auch Namollen genannt, gehören zweifelsohne ihrer Abstammung nach zu den Eskimos. Dies den ganzen Küstensaum Nordamerika's, so weit es vom Polarmeer bespült wird und östlich über den Labrador hin bis in die Nähe der Mündung des Lorenzstromes, westlich dagegen bis etwa zum 60. Breitengrade, bewohnende Fischervolk findet sich auch auf den zahlreichen Inselgruppen, die die Nordküsten dieses Continents umgürten, wie auch auf denen des Bering-Meeres und der gegenüberliegenden Küste des Asiatischen Festlandes wieder. Den westlichsten Ausläufer bilden die an der Asiatischen Küste des Berings-Meeres, namentlich um das Tschukotski-Noss, die Metschigmen- und die Lorenz-Bai und der Lorenz-Insel sesshaften sogenannten «Tschuktschen», auf welche dieser Name jedoch wohl mit Unrecht von den ihnen durchaus stammfremden eigentlichen Asiatischen Tschuktschen übertragen worden. Während jene Insel- und Küsten-Tschuktschen (Eskimos) gleich ihren amerikanischen Stammgenossen fast ausschliesslich von Fischfang und Jagd auf Seethiere leben, führen die asiatischen Binnenländler dieses Na-

[1]) Es ist dies wohl derselbe Dauerkin, der nebst Kobileff dem Comodore Billings als Tschuktschischer Dolmetscher beigegeben ward und dessen bei ihm mehrmals Erwähnung geschieht. (Voyage de C. Billings en 1785 — 179 redigé p. Sauer, trad. p. J. Castéra Paris 1802. 8°. T. I, p. 180. T. II, p. 102 u. 237.

[2]) Billing's Voyage T. II, p. 104, 230 u. 248 und Сарычевъ, путешествіе Капитана Биллингса и плаваніе Капитана Галла СПб. 1811. 4°. p. 61, 85.

mens vorzugsweise ein Hirten- oder vielmehr Nomadenleben. Ihr ganzer Reichthum besteht in zahlreichen Rennthierheerden, und nur die Noth, wenn sie jene in Folge von Seuchen verloren, vermochte sie, wie dies namentlich mit den ihnen zunächst verwandten Korjaken zum Theil der Fall gewesen, ihrer ererbten Lebensweise entsagend, sich feste Wohnsitze zu wählen. In diesem Falle sahen auch sie sich gezwungen, sich an Küsten und Flussufern anzusiedeln, um dem Wasser ihren Lebensunterhalt abzugewinnen.

Dass die nomadisirenden Tschuktschen mit ihren südwestlichen Nachbarn, den Korjaken, in nächster Verwandtschaft stehen, behaupten einstimmig alle Diejenigen, denen wir Nachrichten über die ethnographischen Verhältnisse dieser Gegenden verdanken. So namentlich Steller, Krascheninnikow und in neuester Zeit noch Dittmar[1]). Nur vermissen wir bei letzterem, der sie am ausführlichsten bespricht, die Unterscheidung in die oben erwähnten Fischer- und Rennthier-Tschuktschen, oder wie sie gewöhnlich genannt werden, die «sesshaften und nomadisirenden Tschuktschen». Dies erklärt sich jedoch aus dem Umstande, dass Dittmar seine Nachrichten über die Tschuktschen im Allgemeinen nicht aus eigener Anschauung, sondern, wie er namentlich angiebt, der Erzählung eines vielgereisten Handelsmannes, Trifonow, dem diese Distinction ferner liegen mochte, entnommen hat.

Wie nahe sich noch im vorigen Jahrhundert Tschuktschen und Korjaken gestanden, beweist Steller's Behauptung, dass «beide Völker sich vollkommen verstehen, und ohne Verirrung mit einander sprechen», womit auch Dittmar übereinstimmt, indem er (p. 301) sagt, «dass sie sich schon nach kurzem Verkehr mit einander sehr wohl verstehen und gegenseitig als Dolmetscher von den Russen gebraucht werden». Dies bezieht sich namentlich wohl vorzugsweise auf Tschuktschen und Rennthier-Korjaken, die durch gleiche Lebensweise, wie auch die geographische Lage ihrer Wohnsitze im engeren Verkehr mit einander geblieben, sich weniger Fremdartiges angeeignet haben mögen, als dies mit ihren südlichen und westlichen Stammgenossen, den auf der Halbinsel Kamtschatka angesiedelten Korjaken der Fall ist. Denn diese scheinen allerdings immer mehr und mehr sprachlich absorbirt zu werden und mit den Kamtschadalen zu verschmelzen. Zum Ueberfluss wird ihre gemeinsame Abstammung auch noch durch den Namen belegt, welchen nach Steller sich die Rennthier-Korjaken selbst beilegen. Er lautet *Tscháutschau* oder *Tschautschowa*, d. h. kleine Leute, was sich im Munde der Russen wohl zu Tschuktscha umformte, während die Kamtschadalen daraus Tauchljuwan machten. Die Tschuktschen dagegen werden von den Korjaken[2]) ebenfalls *Tumuhútu* genannt, was dem tschuktschischen *tumhutum*, Freund, Genosse, entspricht.

Nach Dittmar zerfällt das Korjakische «in 5 verschiedene Dialecte, welche alle genug Verschiedenheit besitzen, um von einander getrennt zu werden, ohne desshalb dem

---

[1]) Bull. hist. phil. T. XIII, Nr. 7 — 9 = Mélanges russes T. III, p. I — 48.

[2]) Ihren Russischen Namen *Korják* leitet Steller von χōrā̆, Rennthier ab, weil die Russen dies Wort bei ihrer ersten Bekanntschaft am häufigsten aus dem Munde dieses Volkes gehört haben sollen.

gegenseitigen Verständniss eine erhebliche Schwierigkeit in den Weg zu stellen». Vier dieser Dialecte werden von den sogenannten sesshaften, der fünfte von den Rennthier- oder nomadisirenden Korjaken gesprochen.

Nun besitzen wir für das Korjakische mehrere Wörterverzeichnisse, selbst mit genauerer Angabe des Dialectes, dem jedes einzelne angehöret. Eines der vollständigsten und reichhaltigsten ist das bei Steller in seiner «Beschreibung des Landes Kamtschatka» im Anhange p. 59 — 71 abgedruckte. Es betrifft die Mundart der damals an der Nordwestküste des Ochotzkischen Meeres zwischen den sich von Westen in dasselbe ergiessenden Flüssen Tumana und Aklan (bis etwa in's Quellgebiet der Kolyma) umherstreifenden Korjaken. Dittmar kennt heutzutage hier keine Korjaken mehr, sondern weist auf seiner ethnographischen Karte diese Gegenden den Lamuten als Tummelplätze zu. Als Südwestgränze der Korjaken setzt er die Nordspitze der Penshina-Bucht um die Ishiga-Mündung herum. So haben sie also, von den Lamuten wahrscheinlich verdrängt, sich nordostwärts gewandt.

Krascheninnikow (Описаніе земли Камчатки. Спб. 1755. V. II, p. 169 — 178) theilt das Korjakische in 4 verschiedene Dialecte, von denen er ein synoptisch geordnetes vergleichendes Wörterbuch giebt. Columne I enthält bei ihm Wörter der Mundart der «nördlichen», also den Tschuktschen unmittelbar benachbarten (Rennthier-) Korjaken, Columne II Wörter eines ebenfalls zu den Rennthierkorjaken gehörigen Stammes, der sich kurz vor Krascheninnikows Ankunft in Kamtschatka, nach Verlust seiner Rennthierheerden, nördlich von Peter-Paulshafen, an der Awatscha niedergelassen und seinen Stammnamen noch bis auf den heutigen Tag bewahrt hat. Ihre Sprache steht dem Dialecte der nördlichen Rennthier-Korjaken noch sehr nahe, und weist den Einfluss des Kamtschadalischen durch Entlehnung vieler Wörter nach. Beide Dialecte stimmen wesentlich mit dem Tschuktschischen in Wortformen und Lautcharakter überein, so dass die Nachricht, dass sie sich gegenseitig leicht verstehen aus dem Vergleiche der vorliegenden Proben sich durchaus bestätigt. Um so mehr weichen dagegen die bei Krascheninnikow in Columne 3 und 4 mitgetheilten Dialecte der sesshaften Korjaken von ersteren ab. Sie gehören den beiden an der Nordostküste Kamtschatkas sesshaften Korjakenstämmen der *Ukinzen* und *Koraginzen* an, die diese Namen ihren Wohnsitzen, dem Flusse und der Bai von Uka und der Insel Karaga, verdanken. Das *Ukinische* Krascheninnikows steht jedoch dem Kamtschadalischen bei weitem näher als dem Korjakischen, da von den 165 Wörtern, welche diese Columne aufweist, nur der geringste Theil lautliche Aehnlichkeit mit dem Tschuktschisch-Korjakischen darbietet, ja im Gegentheil gerade dem Nord-Kamtschadalischen fast ganz gleichlautend ist. Wahrscheinlich hat Krascheninnikow dieses reine Ukinisch-Korjakische im südlichen Theile dieses Landstriches gesammelt, und zu verwundern ist, wie ihm selbst nicht die Uebereinstimmung mit dem Nord-Kamtschadalischen, welches er ebenfalls mittheilt (p. 138 — 144), aufgefallen. Ein anderes kleines Wörterverzeichniss, welches uns vorliegt und auf welches wir später noch zurückkommen werden, giebt dagegen ebenfalls

als *Ukinisch* ein von dem Krascheninnikowschen sehr bedeutend abweichendes Material, welches in eben dem Maasse, als es sich dem Tschuktschisch-Korjakischen nähert, vom Kamtschadalischen abweicht. Der vierte von Krascheninnikow mitgetheilte Korjakische Dialect (Col. 4), die Mundart der Bewohner der Insel Karaga, bietet vielfache lautlich charakteristische Verschiedenheiten, vom Tschuktschischen sowohl, wie auch dem Kamtschadalischen dar. Vor allem tritt eine Vorliebe für die Aspiraten und Sibilanten in In- und Auslaut entgegen, die dem Tschuktschischen wie dem Korjakischen wenig geläufig sind, namentlich des *f*, welches dort fast gar nicht vorkommt, da selbst *w* in einigen Quellen regelmässig durch die Vocale *o* und *u* ausgedrückt wird. Sonst stimmen die Wortwurzeln jedoch vielfach zu dem Korjakischen, sobald man sie dieser Eigenthümlichkeit entkleidet.

Eine 3. Quelle für das Rennthier-Korjakische liefert Sarytschew (Путешествіе Капитана Биллингса и Капитана Галла, СПб. 1811. 4°. p. 102—111. Er reproducirt hier in russischer Transscription die von Dr. Merk[1]), welcher die Billings'sche Expedition als Arzt und Naturforscher begleitete, gesammelten Korjakischen Wörter, die wir, freilich nur im Auszuge, bei Krusenstern (Wörtersammlungen. St. Petersb. 1813) und bei Klaproth (Asia Polyglotta, Sprachatlas Tab. XLIX) in der wohl ursprünglichen Aufzeichnung mit Zugrundlegung des lateinischen Alphabets wieder finden. Das Korjakische bei Lesseps (Journal historique de Voyage. Paris 1777. 8° T. II, p. 356 — 371) scheint aus gleicher Quelle mit dem Koriakischen des vergleichenden Wörterbuches Catharinas II. s. N. 153 geschöpft zu sein, einer Quelle, die sich in einer handschriftlichen Copie unter dem handschriftlichen linguistischen Material der K. Akademie der Wissenschaften noch befindet und von Lesseps mit Beibehaltung der Reihenfolge nur mit Auslassung einiger weniger Wörter in französischer Transscription wiedergegeben ist. In den vergleichenden Wörterbüchern und bei Lesseps werden diese Sprachproben, wie auch in dem Manuscripte, ohne genauere Angabe des Dialectes schlechtweg Korjakisch genannt. In dem vergl. Wörterbuche wird ausser diesem noch das Karaginische (s. N. 155), mit Krascheninnikow übereinstimmend und ein dritter Dialect des Korjakischen (?) namentlich der im nordwestlichen Theile von Kamtschatka, nach dem Flusse Tigil der Tigilische genannt, mitgetheilt. Einige wenige Wörter eben desselben giebt Wosnessensky unter dem Namen des Wajampolschen, nach dem nördlich vom Tigil in die Penshina-Bucht fallenden Wajam-pel (d. h. Korjakisch: kleiner Fluss). Dieses Tigil-Korjakische des vergl. Wörterbuchs entspricht dem von Krascheninnikow als Uka-Korjakisch bezeichneten Dialecte, und es gilt davon das hinsichtlich desselben schon oben bemerkte, dass es nämlich kaum dem Korjakischen mehr zugezählt werden kann, sondern die grösste Uebereinstimmung in Wortformen und Lautverhältniss mit dem Nord-Kamtschadalischen unverkennbar zur Schau trägt.

Ausser den aufgezählten gedruckten Wörter-Sammlungen des Korjakischen, besitzt

---

1) Vergl. Schiefner über die Sprache d. Jukagiren, Bulletin hist. Phil. T. XVI, p. 243, aber auch Sarytschew p. 63.

die Akademie noch folgendes hier einschlagende Material: 1) Aus dem Nachlasse Stellers die Copie eines *Specimen linguarum in terris Kamtschatcicis usitatarum*, in welchem synoptisch a) 2 Dialecte des Kamtschadalischen, b) das auf der Südwestseite von Kamtschatka (Lopatka) gesprochene Kurilische (Aino) und c) das Korjakische in drei Mundarten zusammengestellt sind. Diese Wörtersammlung hat Steller, wie er im Vorworte, welches dem *Specimen* vorangeschickt ist, bemerkt, während seines Aufenthaltes in Jakutzk einigen Kamtschadalen, Kurilen und Koriaken, die dahin als Geisseln gekommen waren, abgefragt und mit den ihm durch Krascheninnikow eben dorthin übersandten entsprechenden Korjakichen Wörtern zusammen, lateinisch transscribirt, wiedergegeben. Das Korjakische bildet in dieser Tabelle 4 Columnen, deren erste die Mundart der sesshaften Korjaken von der (Nord-) Westküste Kamtschatkas (bis zum Tigil-Gebiete, also etwa den jetzigen Parenzen, Kamenzen und Pallanzen Dittmars) nach Krascheninnikow enthält. In der zweiten Columne finden sich die Wörter der nomadisirenden (Rennthier-) Korjaken, ebenfalls nach Krascheninnikow. Die dritte Columne liefert denselben Dialect nach Stellers eigner Aufzeichnung und Columne 4 endlich Proben der Mundart der zwischen dem Quellgebiete der Kolyma und den von Westen in das Ochotzkische Meer fallenden Flüssen, ebenfalls nach Stellers eigener Auffassung. Letzteres stimmt wesentlich mit dem in Steller's Beschreibung des Landes Kamtschatka gedruckten Vocabulare überein. Einen besonderen Werth hinsichtlich genauerer Bestimmung einiger russischer Lautzeichen welche die übrigen Quellen gebrauchen und die mehrfache Geltung haben, giebt diesen Proben die Benutzung des lateinischen Alphabets.

Ein noch ganz unbenutztes handschriftliches Vocabular Korjakischer Mundarten liefert endlich noch H. J. Wosnessensky, Conservator des zoologischen Museums der K. Akademie der Wissenschaften, welches er während seines Aufenthaltes in Kamtschatka 1847 aufgezeichnet und mir mit zuvorkommender Bereitwilligkeit zur Benutzung freistellte. Es enthält unter Anderem auch Wörter des nordöstlichsten Dialectes der auf Kamtschatka an der Olutora sesshaften Korjaken, den wir nur aus dieser Quelle kennen lernen. Als Naturforscher richtete er seine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf Thier- und Pflanzennamen, und in der That bietet er fast ausschliesslich solche für die Mundart der Rennthier-Korjaken und der an der Olutora sesshaften Korjaken; für das Uka-Korjakische dagegen ist sein Vocabular bei Weitem reichhaltiger ausgefallen. Nach Wosnessensky's Proben stehen sich diese 3 Dialecte einander sehr nahe, und ist namentlich das an der Olutora gesprochene von dem an der Uka fast gar nicht verschieden, woraus sich wohl schliessen lässt, dass Wosnessensky seine Wörter im nördlichen Theile des Ukagebietes gesammelt, während umgekehrt anzunehmen, dass Krascheninnikow seine von ihm als diesem Dialecte angehörig genannten Wörter an der Sprachgränze mit dem Kamtschadalischen, also im südlichen Theile desselben Gebietes aufgezeichnet hat, wo das Kamtschadalische entschieden überwiegt, wie im Gegensatze dazu die Ukinischen Wörter Wosnessensky's sich auf's engste an das Korjakische anschliessen.

Recapituliren wir noch einmal das Gesagte, so scheint mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden zu dürfen, dass das Korjakische auf 2 Hauptdialecte zurückzuführen ist, die sich erst im Laufe der Zeit, je nach der grösseren und anhaltenderen Berührung der Korjaken mit Andersredenden, mehr oder weniger scharf herausgebildet haben. Ursprünglich sind aber Korjaken und Tschuktschen ein und dasselbe Volk gewesen, und erst nach Maassgabe der Trennung von diesen ihren isolirteren Stammgenossen haben sie, unter dem Einflusse fremder Stämme, immer mehr Fremdartiges aufgenommen.

Bei einer Bestimmung des Verhältnisses dieses auswärtigen Einflusses käme zunächst wohl ein Vergleich mit den Sprachen der Nachbarvölker in Betracht. Nun gränzen die Korjaken und ihre Stammverwandten die Tschuktschen, im Nordosten an die letzteren gleichbenannten Eskimo-Tschuktschen, im Nordwesten haben sie die Jukagiren, im Süden die Lamuten und Kamtschadalen zu Nachbarn.

Der Vergleich mit dem Eskimo-Tschuktschischen ergiebt, dass der Einfluss desselben auf das Korjakisch Tschuktschische, wie dies schon die gänzlich verschiedene Lebensweise dieser Völker erklärt, ein im Ganzen nur geringer ist; dennoch finden sich einige diesen beiden Sprachen gemeinsame Wörter, für welche die sesshaften Korjaken zum Theil andere Benennungen haben. Als solche dem Eskimo gleich oder ähnlich lautende Wörter lassen sich anführen die Benennungen für: Bär, Gans, Berg, Wolke, Gras, schön, schnell, alt, rund, tanzen. Dieselbe Einwirkung würde sich vielleicht auch für den Dialect des Korjakischen auf der Insel Karaga, der von dem der Rennthier-Korjaken am stärksten abweicht, voraussetzen lassen, um so mehr, da hier ähnliche Bedingungen der Lebensweise wie bei den Eskimo-Tschuktschen stattfinden, lassen sich aber nach den spärlichen Sprachproben nicht mit Sicherheit constatiren.

Mit dem Jukagirischen, soweit es sich aus seiner ihm neuerdings durch Schiefner zu Theil gewordenen Besprechung beurtheilen lässt, scheint gar keine nähere Verwandtschaft, ja kaum auch nur eine und die andere Entlehnung nachzuweisen sein und kaum sehr viel mehr Analogie mit der Sprache der See-Tungusen oder Lamuten. Mit dem Tungusischen hat das Korjakische die Benennung Chorāna für das Rennthier gemein, einen Namen, den dieses Thier auch bei den Amerikanischen Ugalenzen führt.

Ungleich grösser als der Einfluss der bisher genannten Sprachen ist die gegenseitige Einwirkung des Korjakischen und Kamtschadalischen auf einander und lässt dieses gegenseitige Ineinandergreifen und Hinüberspielen beider Sprachen, je nach der jedesmaligen Dauer des Verkehrs und dem näheren Zusammenwohnen mehrere Abstufungen der Sprachähnlichkeit zu, so dass eine scharfe Sprachgränze zwischen beiden Idiomen wohl kaum gezogen werden kann. Diese gegenseitige Assimilirung erklärt sich sowohl aus dem stärkeren Einflusse, den ein bleibendes Zusammenleben unter gleichen Bedingungen ausüben musste, wie auch aus dem Umstande, dass das Kamtschadalische dem Korjakischen wirklich relativ zunächst verwandt zu sein scheint. Die grosse Anzahl von Wörtern, die nicht nur den der Berührung stärker ausgesetzt gewesenen Nord-Kamtschadalen mit den

sesshaften Korjaken gemein sind, sondern sich auch, wenn freilich in geringerem Maasse im Süd-Kamtschadalischen als ähnlich lautend erweisen, verleihen dieser Voraussetzung mehr als blosse Wahrscheinlichkeit. Dazu kommen auch noch andere Analogien, welche diese beiden Sprachen mit einander theilen, die dagegen den oben erwähnten Sprachen der Nachbarvölker fremd zu sein scheinen, so z. B. die grosse Uebereinstimmung in der Zählmethode, ähnliche Bildung der Verwandten-Namen (vergl. d. Vocabular s. v. Sohn, Tochter, Grossvater, Grossmutter, Vater, Mutter, Bruder m. Diese letzteren Analogien finden sich jedoch auch im Aino (Kurilischen), ja in mehreren Sprachen Nord-Amerika's ebenso wieder, so dass letztere an und für sich wohl nur ein schwaches Argument für die engere Verwandtschaft gerade dieser beiden Sprachen abgeben[1]).

In der hierbei folgenden Sprachprobe des Tschuktschischen sind nur die Sätze in derselben Reihenfolge wiedergegeben, in welcher sie das Manuscript darbietet, dagegen die einzeln stehenden Wörter, deren es gegen 60 enthält, ausgelassen und nebst den übrigen Quellen dem Vocabular zugewiesen, in welchem alles aus diesem Manuscripte entlehnte mit D. (Daurkin) bezeichnet worden. Bei der Transscription ist im allgemeinen das Lepsius'sche allgem. linguistische Alphabet zu Grunde gelegt, wobei jedoch zur genaueren Reproduction der russischen Lautzeichen, namentlich wo diese eine verschiedene Geltung haben könnten, einige Abweichungen stattgefunden haben. So sind z. B. die russischen Vocale е = e, э = ē, ѣ = ẹ, я = ä oder im Anlaut = ia, ы = i̥ wiedergegeben. Das sehr häufig vorkommende ь ist durch ein dem Consonanten beigesetztes ' bezeichnet, ъ dagegen durch den Trennungsstrich. Schwierig hinsichtlich der Bestimmung der jedesmaligen Geltung sind bekanntlich die russischen Vocalzeichen е, і, ѣ, я, ю, die bald für den einfachen Vocal, bald aber, und so namentlich im Anlaut, für denselben mit vorangehendem j oder wie der Vergleich mit Steller, für den aspirirten Vocal (ha, he, hi, ho, hu) gebraucht sind. Nicht weniger unbestimmt ist der Werth des russischen г, welches bald für g, bald aber auch für h zu nehmen ist. Letzteres wird ausserdem nicht selten durch в,

---

[1]) Den gegenseitigen Unterschied des Kamtschadalischen, Kurilischen und Korjakischen in Bezug auf ihre Aussprache definirt Steller in seiner Beschreibung des Landes Kamtschatka p. 12 folgendermaassen: «Das Itälmenische (Kamtschadalische) bleibt halb in dem Hals und Mund stecken, . . . wird leise und mit vielem Ziehen, Dehnen und Torturen, auch wunderlichen Geberden ausgesprochen und zeiget furchtsame, knechtische und heimtückische Gemüther an; das Kurilische fliesset frei und ungezwungen aus dem Munde, klinget wohl, weil die Wörter mittelmässig gross, mit Vocalen und Consonanten proportioniret vermengt sind, wird langsam und gravitätisch mit mittlerer Stimme ausgesprochen, und sind diese auch in der That die wohlgesittetsten Völker unter allen, sehr bedächtig, wahrhaftig, beständig, umgänglich, ehrbegierig und ehrerbietig». «Die Korjakische Sprache wird aus vollem Halse mit grossem Tumult und Geschrei ausgesprochen, bestehet aus langen Wörtern, kurzen Sylben, die sich meistens auf Vocale endigen und mit getheilten Diphthongis oder zwei Vocalen anfangen, als *ŭäēhmkai was'inka*, junges Rennthier. Ebenso verhält es sich auch mit den Sitten dieser wilden Nation».

Dittmar definirt den Lautcharakter des Korjakischen als einen «rauhen, durch eine grosse Zahl von Zisch-, Gaumen- und Kehllauten, welche in sehr vielen Wörtern vorkommen. Bei alledem aber, wohl noch unterstützt durch die Armuth der Sprache, welche ihren Grund in der grossen Einfachheit und dem Einerlei ihres geistigen und materiellen Lebens hat, ist dieselbe doch rascher erlernbar, als die fast unaussprechlichen Sprachen der Kamtschadalen, Tungusen und Lamuten».

x, p oder Doppel-Vocale ausgedrückt. Die im Original angewandte Eintheilung in numerirte Sätze ist beibehalten, um dadurch das Auffinden bei Verweisen auf den Text zu erleichtern. Einige offenbare Schreibfehler sind in der Transscription corrigirt. Da sie sich leicht als solche sowohl durch Vergleichung der Tschuktschischen Quellen mit einander, wie auch mit Hülfe des Korjakischen ergeben, theils aber auch aus ihrer ähnlichen Form in der russischen Schrift erklären, so mögen sie hier dem Texte vorangehen und zugleich an dieses Verzeichniss von Schreibfehlern eine Uebersicht der Errata bei Klaproth, Sarytschef und Lesseps sich anschliessen.

Im Texte ist durch Verwechselung falsch geschrieben i für n, i für k, k für n, l für x, k für i, n für g und umgekehrt, a für i, o für b, x für a, n für k̓, namentlich: k statt n in warnin für warkin (Text, № 36 und 62.); 150 neinin für keinin, *Bär.* — k statt i in aklịawịka für ail'gawịka (17), *fürchte*; x statt n in oxe für one (147) (= wune 104), *Sturm*; i statt k und a statt i in maniri für minkri *wie*; n statt g in neiwulet-xinat für heiwuletxinat (35); o statt des russischen Zeichens der Jotirung: ь in utotohut für ut'tuhut (78), *Bäume*; l statt x in mintawalom für min-tawax-om (5) u. a. m.

Bei Klaproth im Sprach-Atlas Tab. XLIX ist namentlich oft g mit k̓, m mit t verwechselt, so ist: Col. 3 s. v. *Abend* aigawenge für aigaweroe, und Col. 5 kowulxatwi statt kowulxamwi (vergl. Steller 18 und 201). xuk̓wịgịn für xue wigịn (vergl. Sar. und Kor.) zu lesen. Col. 24 muss kipilatịng (*Dunst*) für kipilatang; № 41 niwlewrugi für niwlewmgi *Frühling*; № 59 Col. 8 kirhiwi (*Haar*) statt kirk̓iwi gelesen werden. № 69 Col. 7 xiternik in der Bedeutung *Himmel* ist aus dem Vergl. Wörterbuche mit Unrecht entlehnt; es ist dies ein Imperativ und heisst *sieh! blicke!* vergl. Text. № 154. № 70 Col. 5 ist komating statt komating (*Hitze*) zu lesen. № 71 Col. 5 muss niulaxain statt nlulaxain und 143 Col. 7 keteb (*Schaaf*) für kemeb gelesen werden.

Bei Sarytschef ist zu corrigiren: 10. newik̓xat statt newik̓xail, *Mädchen.* 110. niktuxen für nikmuxen, *niedrig.* 2. empik̓ für empig, *Vater.* 98 steht wuiegrịgin (*Seele*) für wuiegịrgin. 144 steht kik̓igilan für kihigilan, *Donner.* 257. akk̓iwengin (*Abend*) für argiwengin. 170. wekem, *Fluss*, für weiem. 177. neiś, *Berg*, für neit. Fehlerhaft scheint ferner zu sein: 90. klninleg, *werfen* und krgịpei, *Loch.* 203. tikep, *Schaaf*, für kitep. 209. milius', *Haase*, für miliut. 216. tenk̓algit, *Feder*, für tengalgit. 229. mịnteikimis', *bauen*, für minteikịmit. 244. tattiol für hattiol. 254. genko, *dort*, für nenko. 261. im russischen koio für когда. 262. tägnut für räxnut.

Von Fehlern wimmelt geradezu das Korjakische und Tschuktschische Vocabular, welches Lesseps Voyage T. II, p. 357 — 375 mittheilt. Es wird hier die Controle um so leichter, da es derselben Quelle entlehnt ist, welche im Manuscripte uns vorliegt, und diese zum Theil auch im Vergleichenden Wörterbuche benutzt worden ist. Einige der gröbsten Fehler sind durch Verlesen einer wahrscheinlich undeutlich geschriebenen Copie entstanden. Namentlich finden sich häufig mit einander verwechselt: w mit b und p; n mit l, n mit i und umgekehrt, k mit l, n mit k.

In folgender Uebersicht der gröberen Druckfehler ist die Reihenfolge der Wörter nach Lesseps Anordnung beibehalten worden. K. bezeichnet (Columne 4) Korjakisch und T. (Columne 5) Tschuktschisch:

Statt 9 T. illpouilla *Pfahl*, lies illvoulla; st. 12 T. veiéigou *Tod*, l. veiéngon; 24 T. liigling *Herz*, l. ling-ling; 29 K. guit-galguin, *Fuss*, l. guitkalguin; 36 K. bannalguin, *Zahn*, l. vannalguin; 37 K. lill, *Zunge*, l. iill; 38 nitschiouvett, *Ellbogen*, l. ḱiḱiuvet und T. kirvoueliin l. ki̥rvi̥gelnin; 40 K. kielguit, *Finger*, l. iilgit und T. tchnilguit l. ḱilgit; 42 K. ennaïnn, *Hals*, l. ennaian; 43 T. tschilpiv, *Schulter*, l. ḱilpit; 48 K. liulgoulkhall, *Gesicht*, l. lögul-xal und T. lioulgolkhill l. lögolxil; 53 niguinéguimakhen, *hoch*, l. niginnehilöxen; 54. T. niokhodin, *niedrig*, l. nivtoxin. 58. T. kehiiguin, *Himmel*, l. x'iigi̥n'; 60. T. mouiltimonil, *Feuer*, l. mi̥lgi̥mil; 64. K. zolou ioulgin, *Höhle*, l. solvuiolgin; 66. T. likita, *Nacht*, l. nikita; 68. K. kioulgatnguin, *Leben*, l. kiiulgat'igin; 70. K. biigai, *Gras*, l. vhiai und T. bagaïling l. vagailing; 71. T. guiilkhét iarinn, *Schlaf*, l. giilxet iarki̥n; 77. und 78. K. elnipélvouitinn, *Gold*, l. elni-pelvuntin und T. tschedliou-pouilvouiténn l. ḱedlö-pi̥lvi̥nten; 82. T. mogourkim, *das Sehen*, mogurni̥m (?); 109. T. nivekhschinkoutérguin, *Graben*, l. nivleks'in-nutergin; 110. K. iévauinann, *Frucht*, l. ievi̥nak und T. vouinniakhaï l. wunnäxaia; 111. K. innalguin, *Horn*, l. jinnalgin und T. aïvalkhschléa l. aivalxil; 118. T. tchédlionl, *roth*, l. ḱedlö; 123. T. etvou, *Boot*, l. hétvu; 126. T. lioulngatt, *Mühe, Arbeit*, l. löngiat; 128. T. nénkhaï, *Knabe*, l. nenkhait (Plural); 130. K. kmigatalik, *Niederkunft*, l. kmigatalan und T. guék miiél, l. gekmineli; 132. T. arguivéiguin, *Abend*, l. argivengin. 141. K. ioutehou, *sie*, l. ietḱu und T. innkhakatt l. i̥nxanat; 147. nitehouvoui, *Haar*, l. ketḱuvi̥i; 148. K. koukomgalag, *Schrei*, l. kukomgalagi und T. nikétém-erguinéa l. niketem-erginat (d. h. *sie schreien stark, laut*); 149. K. kouvitchiguitchiguétok, *Lärm*, l. kuviḱ-igiḱigeton und T. ioulnorkinn l. ioiorkin; 150. K. kautchiguitang, *Wellen*, l. kaiaḱigitang und T. guittchguin l. kiḱgi̥n'; 152. K. attann, *Thon*, l. at'ḱaan'; 155. K. elliger, *Zweig*, l. elligel; 157. K. moukhémouk, *Regen*, l. muxemut und T. ront-ti, l. roit-ti; 158. T. guéguélironntiti, *Hagel*, l. gegeli-roit'ti; 164. T. guénpiévli, *alt*, l. geï-pinevli; 166. K. g-oïitchik, *jung*, l. goiiaḱiḱ; 167. T. iïnngué, *schnell*, l. iiange; 169. T. nilchikhi-khlavoll, *Menschen*, l. nimkixi xlavol (d. h. *viele Menschen*); 170. K. mintchi und T. miniri, *wie*, l. minkri; 175. K. ioukhkhé, *womit*, l. iaxe; 177. K. khostokvoll, *Fleisch*, l. xoiatogol; 180. T. niélikhinn, *hoch*, l. nivlixin; 184. T. noultschkhininnbouial, *Staub*, l. nulteḱxiki̥n-wuial; 191. K. nonn mikhélangui, *Krieg*, l. kon-miḱelaangi; 196. K. teigueg-iarkim, *froh*, l. tengeg iarkin; 214. K. tschémgaïkitchoguidinn, *Unglück*, l. ḱemgaikiḱogigi̥n; 205. T. guéinnitilim, *Sieg*, l. genintilim; 207. K. nivanngam, *gewesen*, l. niwaigam und T. nitvanguim, l. nitwaigi̥m; 213. T. ternatirinnat, *Klage*, l. ternatkrikinat (= *sie klagen*); 214. K. koukioulgtenng, *lebendig*, kukiolgetning.

Ausser diesen Fehlern im Korjakischen und Tschuktschischen haben sich auch noch ein Paar Fehler in die französische Uebersetzung eingeschlichen, die sich zum Theil leicht durch das beigesetzte russische Wort als solche ergeben. So muss z. B. 96. земля nicht

Buchstabe, sondern Erde heissen; 74. ist das russische vézatt verschrieben statt взять, heisst also nicht binden, sondern nehmen; 121. ist nossit statt косить gelesen worden, es bedeuten also die dafür gegebenen Wörter: mähen, schneiden, nicht aber tragen. In den Zahlwörtern ist von 30 an im Tschuktschischen die Eikosade durch khlipkin bezeichnet, was zweifelsohne xlikkin oder xlinkin zu lesen ist.

Die Sprachprobe besteht in folgenden Sätzen:

1. xwaxo, xaxametwa, xiuḱi! 2. minkri xi̥ti̥rkin? 3. torekaite geallim. 4. tawax warkin? 5. ketai, min-tawaxom! 6. kna (iṅa?) min-pilaxom! 7. inan iarsnok hiwut torekaite mi̥n-resti̥m. 8. men'xostin? 9. doten xaḱ. 10. nenko xi̥ti̥rkin? 11. inege xi̥lkit! 12. tumhutom (i) ettin. 13. xwaxo in'ki! min-xametwami̥k kinemal! 14. xiuḱi tin'iegi̥rkin? 15. awi̥r (= gi̥r) xietgin morekaite! 16. argaiten' xietgin! 17. inge akli̥awi̥ka (= aïlgawi̥ka)! 18. xrim aïlgawi̥. 19. turi̥ ten'egi̥rki̥ti̥ texanan treïlkit tirkermaite murginaite? 20. muri tirkermaite ten'iegirki̥mi̥ texanan treïlkit xonpo! 21. texanan warkin? 22. xinḱiḱati̥ nanxo. 23. xretgin nanxo! 24. tawar xi̥lpi̥gin! 25. tawax xmatan'! 26. teger turi texanat xlawol? 27. xlikin' xlawol', mi̥llin' xlikkin' xlawol, mi̥ngit-xlin'kin' xlawol, xli-xlinkin' xlawol, mi̥lligen' xlin-xlikin xlawol. 28. ipaxon! 29. runtengin gi̥r! 30. alo runte alke! 31. ketam texanan! 32. xmatan kalikal! 33. hataw neiwulexinat. 34. raxu kalikal. 35. ami̥n'wot kalikal gnika-ete treiginat, titä girwot zit'sol (= hittiol?) neiwulet xinat. 36. kalikal warnin (= warkin). 37. girge heiwulen'ginat (= heiwulet hinat). 38. kalikal uine. 39. gi̥rge awletkinat. 40. illon inginom! 41. mi̥n melewi̥mi̥k wmeini̥ xonpo! 42. tokam ḱamawonä! 43. tagam mararurka! 44. neimelem mnitwami̥kom! 45. titä geallin? 46. aiwo geallim. 47. iginet geallim. 48. teger lonet nietxin? 49. teger nikitä hetkiwlin? 50. nrox

1. Setze dich, iss, trinke! 2. Wohin gingst du? 3. Zu euch kam ich. 4. Ist Tabak da? 5. Gieb (lass uns) Tabak rauchen 6. Leb wohl (lass' uns schnell, (eilig) scheiden?)! 7. Dann, künftiges Jahr werden wir zu euch kommen. 8. Woher kommst du? 9. Von dorther. 10. Gingst du dorthin? 11. Komm schnell her! 12. Der Freund ist gekommen. 13. Setze dich dahin! essen wir zusammen. 14. Willst du trinken? 15. Komm' du zu uns! 16. Morgen komme! 17. Fürchte nicht! 18. Wir werden nicht fürchten. 19. Wollt ihr Jassak unserem Kaiser geben? 20. Dem Kaiser wollen wir Jassak geben immer. 21. Ist der Jassak da? 22. Zeige her! 23. Gieb her! 24. Tabak trinke (rauche)! 25. Den Tabak nimm! 26. Wie viele Jassak- (pflichtige) Leute seid ihr? 27. 20 Mann, 100 Mann, 200 Mann, 400, 1000 Mann. 28. Schwöre! 29. Du lügst! 30. Nein, lüge nicht! 31. Gieb den Jassak! 32. Nimm das Papier (die Bescheinigung)! 33. Damit sie wissen. 34. Wozu das Papier? 35. Deshalb geben sie euch das Papier, damit sie euch künftighin erkennen. 36. Ist das Papier da? 37. Dich kennen sie. 38. Das Papier ist nicht da (fehlt). 39. Dich kennen sie nicht. 40. Sei (bleibe) so! 41. Lass uns stets gut (friedlich) sein. 42. Nun wohlan (давайте пожалуй). 43. Nun, streite nicht! 44. Lasst uns gut (friedlich) sein! 45. Wann kamst du? 46. Gestern kam ich. 47. Heute kam ich. 48. Wie viele Tage bist du gereist? 49. Wie viele

*

nikitoë hetkiwlim. 51. minkri nilei wulxin? 52. ilira-itei nileiwim. 53. in'ki ilirit teger xlawolet? tegerkin iarat? 54. nimkixii. 55. rax iarat ninetikinat, ut'tuhut minkri iarat? 56. ut'tuhut iarat. 57. rax ut'tuhut ninetekinat? 58. rasx ut'tuhut? 59. ienkit', wi̥lgil? 60. amel'weline ut'tuhut ninetekinat. 61. minkri rit' inin'? 62. milgiir-rit' warkin? 63. u(r) ine! (vgl. 38). 64. rit' warkin? rit'wati̥r warkin? 65. poiginat warkinat? 66. maxmit' maniri (für: minkri)? 67. wi̥nxi̥t, wugni̥ mäg-mit. 68. wesmi̥t warkinat, nimeenxin wesmi̥t warkinat? 69. warkin. 70. niopuluxinat wesmet' warkin? 71. xuimut warkinat? 72. xuimut nimxi? 73. nimxi, xoti hemik̆xeli. 74. wesmi̥t' nimxi? 75. nimxi, xoti hemik̆xeli. 76. nime-en xin' nutenut. 77. meni (n) notaïte ut-tuhut nimkixi? 78. ut'tuhut nimkixi̥. 79. wagaiilin warkin? 80. minkri welläitei ut'tuhut? 81. welläitei amel'welini̥. 82. menxore xak̆ane? 83. in'xan' nutenut tirkir xak̆ane. 84. minkri iawo? 85. un'muk iawo! 86. walä warkin? 87. kukene warkin? 88. xorana warkin? 89. uetik, at'wut, hitten warkin? 90. xil'xi̥t iara-ïte. 91. mnil xanmi̥kom kinmal! 92. xrim mnilxam kin'malgi̥m (für gir?). 93. raxu axi̥tirka? 94. aïl'gibkim gi̥m naranmi̥m gi̥mi̥ki. 95. raxui narami̥mi̥t'. 96. remkit murginat an'mi̥ka! 97. tok mnil'xanmi̥k! 98. murini gi̥r xitkigi̥n. 99. gi̥r murina inne ailgaïrka! (= ailgaibka?). 100. argaten kinmal torekaïte rekewi̥mi̥k! 101. inä xisthitik! 102. muri hantimnevli. 103. xaxa! minkri̥? 104. wune wuial-wuial, un'muk wuial-wuial! 105. xlawol heneralli. 106. raxnut limnē henerellini̥t? 107. ni̥mkixi̥ amelwilini henerellimi̥t'. 108. turi̥ xi̥lxi̥ti̥k! xin'-k̆ik̆eti̥k nimelem! 109. omulo henk̆ik̆ili. 110. ligen' inxanat uine. 111. xoti xläwoli

Nächte hast du genächtiget? 50. Drei Nächte habe ich genächtiget. 51. Wohin bist du gereiset? 52. Auf die Inseln bin ich gereiset. 53. Wie viele Menschen sind auf jenen Inseln, wie viele Wohnungen? 54. Viele. 55. Was für Häuser bauen (machen) sie, hölzerne (oder) Jurten? 56. Hölzerne Häuser. 57. (Aus) was für Holz bauen sie? 58. Was für Holz? 59. Tannen, Lärchen? 60. (Aus) allerlei Holz bauen sie. 61. Was für Waffen haben sie? 62. Haben sie Feuerwaffen (Flinten)? 63. Nein! 64. Haben sie Bogen, haben sie Kanonen? 65. Spiesse sind da? 66. Wie sind die Pfeile. 67. Knöcherne oder steinerne Pfeile? 68. Giebt es Flüsse, giebt es grosse Flüsse? 69. Es giebt (welche). 70. Giebt es kleine Flüsse (da)? 71. Giebt es Buchten? 72. Sind die Buchten tief. 73. (Einige) tief, einige flach. 74. Sind die Flüsse tief. 75. (Einige) tief, andere flach. 76. Ein grosses Land. 77. Im grossen Lande (sind) viele Bäume. 78. Sind viele Bäume da? 79. Ist Gras da? 80. Welcher Art stehender Bäume. 81. Stehende aller Art. 82. In welcher Gegend? 83. Jenes Land (liegt) gen Sonnenuntergang. 84. Wie weit? 85. Sehr weit. 86. Ist ein Messer da? 87. Ist ein Kessel da? 88. Sind Rennthiere da? 89. Ist ein Schlitten, ein Boot, sind Hunde da? 90. (Fahre) geh nach Hause! 91. Lass uns zusammen reisen. 92. Nein reisen werd ich nicht mit dir. 93. Warum reisest du nicht? 94. Ich fürchte ihr tödtet mich. 95. Warum sollen wir tödten? 96. Gäste tödten die Unsrigen nicht. 97. Wohlan! fahren wir! 98. Bei uns nächtige du! 99. Du fürchte uns nicht! 100. Morgen fahren wir zusammen zu euch! 101. Kommt eilends! 102. Wir haben uns verirrt. 103. O! wie so! 104. Es ist ein stürmisches Schneegestöber, ein starkes Schneegestöber. 105. Ein Mensch ist verloren (gegan-

hetuleli. 112. raxnut nen'ko hetuleli? 113. algate henemili; 114. kukene, weniwen, taioli̥in, xonxo, kiline, titinet, weliwel, mi̥ngakǩi, pipixilni̥t irenit, ǩelgat iaolgit', tnupot, rixukalgit. 115. kin'mal min-tumhimok! 116. tagam! marowka! 117. alo gi̥m marowka! 118. kin'mal minuǩwemik! 119. menke mara-urkit'? 120. alo mara-urka. 121. nargin ti̥nagi̥rgin, nargin', argrolin. 122. aïlgawi̥ka gmi̥ga ǩake! 123. gi̥m meini̥ arem. 124. murginat melgitangatan warkin? 125. inki warkinat 126. raxnut nineteikinat. 127. nenko wilewilutkinat. 128. kinmal muri minwilutkinat. 129. tok, xiwilutkin! 130. raxnut herkuli? ami herkuli? 131. raxnutpel xi̥rkudi (= hi̥rkuli?). 132. tokam, minwilutkimi̥k! 133. raxnut inurkinat? 134. awiet kin' kin ineimiǩetxinat. 135. xilxit, merinde xi̥lwalom, xnurhataw tre(i)ettin! 136. iniki tit' henkine (= hetkin) muräke niurkinat, inoge (= in'ge) nanxo xixläwki! 137. muri inxan mni̥nmi̥k. 138. mni̥nmi̥mi̥k inxani̥! 139. morekaite xinatwa! 140. in'ne hanmika inxani̥! 141. in'nen warkin? 142. nimkixi̥ warkin. 143. xretgiu nanxo! 144. xüite in'nen! 145. xorana-tekiǩgin xüite! 146. xoletelo xistgin! 147. an'xa-ite nikatuxin one. 148. nanxan rew! nanxan ri̥rka, nanxan unel, nanxan memi̥l! 149. inxan raxnut? 150. keinin, wopxa? 151. xremen' nigixin umxa. 152. tirkitir reǩxi wi̥rkin. 153. ǩatame gantole, anerener gantolene̥. 154. xiiterkin iginete. 155. egsex warkin, roiti etti, álegel etti. 156. waailin warkin? 157. ǩigaïlin mimlite̥ xa wugonni? 158. nanxan wugon! 159. tumhutom xoro! 160. hin warkin? 161. pipixilnin irinet warkin? 162. nioxin iaiolgin, xaper warkinat? 163. rit, magmit warkin? 164. poihin sgeiew warkin? 165. xi̥rwox,

gen). 106. Was ist noch verloren gegangen? 107. Viele (Dinge) von allerlei Art sind (uns?) verloren gegangen. 108. Ihr fahret hin, seht gut zu! 109. Alles ist gesehn (gefunden) worden. 110. Nur jene fehlen. 111. Einiges ist von den Leuten genommen worden. 112. Was ist dort gestohlen worden? 113. Ein Beil ist genommen. 114. Ein Kessel, eine Glocke, eine Nadeldose (наигольникъ), ширкунцы? Glasperlen, Nadeln, ein Fingerhut, Handschuhe, Marder(?)-Pelze, rothe Füchse (сиводушки), Steinfüchse, (Canis lagopus, песцы). 115. Befreunden wir uns miteinander! 116. Wohlan! streite nicht! 117. Nicht ich streite! 118. Spielen wir miteinander! 119. Warum streitet ihr? 120. Wir streiten nicht. 121. Draussen tagt es, draussen wird es hell. 122. Fürchte an meiner Seite nichts. 123. Ich bin ein grosser Häuptling. 124. Unter uns sind Russen. 125. Hier sind sie. 126. Was machen sie? 127. Dort handeln (feilschen) sie. 128. Handeln wir miteinander! 129. Wohlan! lass uns handeln! 130. Was ist gekauft? wo ist (es) gekauft? 131. Kaufe etwas Kleines (eine Kleinigkeit). 132. Wohlan! wollen wir handeln! 133. Was reden sie? 134. Leise sprechen sie. 135. Geh sachte, horche, als wenn du von ohngefähr kämest(?) 136. Wenn sie böses von uns reden, so laufe eilends hieher. 137. Wir werden ihn tödten. 138. Tödte ihn! 139. Uns sage (es)! 140. Tödte ihn nicht! 141. Sind Fische da? 142. Es sind viele da. 143. Bring her! 144. Kochet die Fische! 145. Rennthierfleisch kochet! 146. Später komm! 147. Auf dem Meere ist ein starker Sturm. 148. Da ist ein Wallfisch, da ein Wallross, da ein Seelöwe, dort ein Seebär! 149. Was ist das? 150. Ein Bär, ein Eisbär? 151. Nein ein weisser Eisbär. 152. Die Sonne geht unter.

getitilnäk warkin? 166. nanxa ḱan! 167. tumhitom! wotxan' gimnin, wotxan xinin, wotxan tumhin! 168. xlawol anpinep, anpinew renpineli, newi̥ḱxat oratḱik, newegen' oratḱik, nutpuluxni-nin'xei. 169. newen' gimnin ganan'xalin'. 170. xaxa! xlawolet heelinat. 171. raxtit (= raxnut?) x(la)wolet? muri awuletkimik inxanat. 172. inik ahinmet heiwulelginit? 173. alo, muri awuletkimi̥k. 174. xeritgiti̥k ililit'! 175. inxan ililit'! 176. nimelxin ililit'. 177. un'muk xinteḱxat. 178. merinda xinti̥ḱxat. 179. inge inxani! 180. xite-urkin inge! 181. mnintomi̥k ḱorma-ite! 182. hemiḱxeli, hemiḱxeli! 183. hetwut heḱimeli! 184. heteikili hetwut. 185. gi̥r wolaite tlenẹ! 186. one nimelxin.

153. Der Mond ist aufgegangen, die Sterne sind aufgegangen. 154. Blicke gen Himmel. 155. Wolken sind da, Regen fällt, Schnee fällt (geht). 156. Ist Gras da? 157. Ist Sand im Wasser oder Steine? 158. Dort ist ein Stein. 159. Freund, geh weg! 160. Sind Wölfe da? 161. Sind Marder? Pelze da? 162. Schwarze Füchse, Vielfrasse? 163. Sind Bogen und Pfeile da? 164. Sind Speer und Panzer da? 165. Sind Zirbeltannen und Tannen da? 166. Dort hinter dir(?) in jener Richtung(?) 167. Freund, das ist mein, das dein, das sein. 168. Ein alter Mann, ein altes Weib, ein junges Mädchen, ein junges Weib, ein kleines Kind. 169. Mein Weib ist schwanger. 170. Ah! die Leute sind gekommen! 171. Was für Leute? wir wissen es nicht. 172. Ihre Worte verstehet ihr? 173. Nein wir verstehen sie nicht. 174. Schafft einen Dolmetscher. 175. Der ist Dolmetscher. 176. Ein guter Dolmetscher. 177. Schlage stark. 178. Schlage schwach (wenig). 179. Nicht ihn! 180. Rudere schneller! 181. Gehn wir an's Ufer! 182. (Es ist) flach, flach! 183. Das Schiff ist gescheitert. 184. Ausgebessert ist das Schiff. 185. Spanne(t) (stelle) das Segel. 186. Das Wetter ist gut.

In der hier folgenden Uebersicht der Einzellaute und Lautverbindungen des Tschuktschischen ist vorzugsweise diese Sprachprobe zu Grunde gelegt, die übrigen Quellen dagegen weniger berücksichtigt, obwohl sie in einzelnen Stücken ziemlich constant abweichen. Dies ist z. B. der Fall mit dem Laute, den unser Text durch *r* bezeichnet und der bei Raisky und Sarytschef fast regelmässig durch *j*, *i̥*, *i* ja sogar *a* wiedergegeben wird, jedenfalls weit seltener als hier auftritt. Dieselbe Erweichung erleidet dies *r* im Korjakischen. Ebenfalls findet sich das *w* des Textes bei Raisky fast ohne Ausnahme vocalisirt durch *o* oder *u* bezeichnet, wie endlich auch der Nasal (*ṅ*), der dem Tschuktschisch-Korjakischen geläufig zu sein scheint, zu verschiedener graphischer Darstellung Veranlassung gegeben, zum Theil wohl, weil er dem Russischen fremd ist.

Die Laute sind folgende:

1) *Vocale:* a, ä, ē, e, ẹ, i, i̥, o, u; sie verbinden sich unter einander zu: ea, ei, eie, eue; (R) ia, ie, ii, io, iu, iai, iaiu, ioi, i̥ei, ai, ei, oi, oe, oia, ua, ue, ui.

2) *Consonanten:* k, x, x', g, h, ṅ (ng); t, d, n; ḱ, ǵ, n'; p, b, m, w, j, r, r', l, l', s, z (= з), ś (= sch, ш), ź (= ж).

Mehrere Consonanten werden mouillirt durch ein im russischen nachgesetztes: ь, so namentlich x', g', n', r', l'; Raisky unterscheidet im Gegensatze dazu geschärfte Consonanten durch nachgesetztes ъ, am häufigsten gebraucht er es nach k und t.

l scheint immer weich, gleich dem deutschen l ausgesprochen zu werden, es findet sich fast ohne Ausnahme in Begleitung des ь geschrieben.

r ist wohl stets dental oder palatal, nie guttural, dialectisch, namentlich im Korjakischen wird es in der Regel zu j, g, h, i, i̥; verdichtet sich jedoch nicht selten auch zu h und im Kamtschadal. namentlich zu ś, ź, ḱ. So lautet z. B. das Tschuktschische Pronomen: muri *wir*, turi *ihr*, im Korjakischen muju und tuju, im Kamtsch. muźu und śuźa; Tschuktschisch argiwengin *Abend*, Kor. aïgevinge, T. xoratol *Fleisch*, K. xoiataul, T. tur-jegei *grün*, K. tuiewegai, T. irit *Gurt*, K. ihet, T. horatḱik *jung*, T. ojaḱan, T. räx'-mitiw *morgen*, K. jax mĭtiuu, T. wal xarat *Häuser*, K. wale-xajan (Sing.?), T. giralgin *Knie*, K. gijalgin; T. rit *Bogen*, K. igit, iḱit = Kamtsch., T. kirwuette *Ellbogen*, K. kiḱuwet; T. iret *Kleid*, K. iḱut; T. merinda *leicht*, K. meḱinne, T. gi̥r *du*, K. gitke. Kamtsch. ki̥ź; T. gikirgin *Mund*, K. ikirgin.

Endlich alternirt r auch mit w, in: maraurka und marowka *streite nicht*; häufiger jedoch wird letzteres im Korjakischen durch g (= h) vertreten, wie z. B. in T. wi̥twi̥t *Blätter*, Kor. hutuut; T. wugon *Stein*, K. hugun, wuiwu *Stadt*, K. huina, huiwen.

Im An- und Auslaut finden sich oben erwähnte Laute folgendermassen einzeln oder gruppirt:

1) im Anlaut: a, ä, ēi, e, ē, (ẹ), i, oi, u, ue, ui.
k, (kx, kg), x, x', g, ġ, h, ṅ (ng), t, n, ḱ, ǵ (R.), ź (R.), p, m, w, j, r, r', l.
kx, kg, kn, km (?), kl, gn, xn, xḱ, xm, xl, tn, tr, pl, mg (?), mn, mr, lw.

2) im Auslaute: a) sämmtliche Vocale und Diphthonge, also namentlich: a, ä, e, ē, ẹ, i, i̥, o, u, ai, ei, oi, ui, io, iu, eu.

b) die Consonanten: k, x (3 mal), g (1 mal), ṅ (ng), t, d (1 mal), n, ḱ, ń, p, b, m, w, r, l, s (1 mal bei R.).

Consonantengruppen im Auslaute sind im Allgemeinen selten, am häufigsten findet sich noch nk, nt, tk (R.).

Sehr selten sind die Mediae d und b, letzteres häufig durch w und m vertreten.

s erscheint im Anlaute nie, im Auslaute bietet es nur ein Beispiel bei Raisky; im Inlaut tritt es für j in wejem *Fluss*, Plural wesmet und meist in Begleitung eines andern Consonanten auf.

f scheint dem Tschuktschischen durchaus fremd zu sein, wie auch im Rennthierkorja-

kischen kaum nachweisbar zu sein, um so häufiger tritt es dagegen im Karaga-Korjakischen auf, wo namentlich der Plural, der im Tschuktschischen und Rennthier-Korjakischen auf t auslautet durch suffigirtes f gekennzeichnet wird: z. B. ellifa *Augen*, iliúfi *Ohren*, tilxufi *Finger*, ohtkafe *Füsse*, anán'pamjaf *Schienbein* (Kor. pamjálgen).

Wie sehr verschieden der Lautcharakter dieses Dialectes vom Tschuktschischen und Rennthier-Korjakischen ist, mag folgende Aufzählung seiner gewöhnlichsten Consonantenverbindungen beweisen: im Anlaut findet sich: xn, tx, tg, xtk, ks; im Auslaute: xś, mt, mfl, f, fk, ft, śk, śt, lx; im Inlaute treten neben einander auf: kś, xś, xk̓, tf, txpl (?), nkl, ngf, ntn, nśk, śktk, śxś, fl, ftl, mk, mf, ml, lkn, lx, lxź, ltn.

Im Inlaute finden sich am häufigsten folgende Consonanten-Gruppen: 1) mit vorangehenden Gutturalen: kk, kx, kk̓, km, kl, xk, xx, x'g, xn, xk̓, xm, xw, xl, gn, gk̓, gm, (gj), gl (gs), ṅk, ṅg, ṅt, ṅk̓.

2) Dentalen: tk, tx, tg, tt, t't, tk̓, tm, tw, tj, tr, tl, tkr, tln; (dl) nk, nx, ng, nt (nd), nn, nk̓, nǵ, nṅ, np, nm, nw, nl, nkr.

3) Palatalen: k̓k̓, k̓x, k̓g, k̓w.

4) Labialen: px, pt, pp, pl (bk) (bk̓), mk, mx, mg, mn, mk̓, mp, mr, ml, wk, wg, wt, wm, wl.

5) Liquiden: rk, rx, r'x, rg, rn, rm, rw, rs, r'k (= tk), rgr, r'n, r'w, rsn, rsp; lk, lx, l̓t, ln, lp, lm, lw, ls, lkg (lrk. R.).

6) Sibilanten: stg, sm, sw (= k̓w).

Versuchen wir jetzt die Ergebnisse, die sich für den Bau der Wortformen aus dieser Sprachprobe im Verein mit dem übrigen Material etwa gewinnen lassen, unter einige allgemeinere Gesichtspunkte zusammen zu fassen, so bietet sich wohl als bequemere Anordnung die Gruppirung der Resultate nach den einzelnen Redetheilen dar.

1) Am *Substantiv* wird das Genus nicht unterschieden, an Personennamen wird das Femininum durch vorangesetztes ṅewan, ṅeoēn, ṅew oder ṅeo, das heisst *Weib*, bezeichnet; so heisst z. B.: ṅeò-ki̥k *Tochter*, von aki̥k, eeki̥k *Sohn*, ṅeu-mirgir *Grossmutter*, von mirgin *Grossvater* (vgl. jedoch ellā *Mutter* mit ēlligik *Vater*), das Pronomen demonstrativum f. g. sie wird durch inxan ṅewan = *jenes Weib* übersetzt. Das Korjakische liefert für dieselbe Ausdrucksweise folgende Belege: ṅawan wuintáugi *Magd*, wuintáuge *Knecht*, ṅaw-áki̥k *Tochter*, akik *Sohn*, *Kind* überhaupt.

Ob es eine besonders ausgeprägte *Dualform* giebt, lässt sich wenigstens nicht mit Sicherheit erhärten, denn die Endung -lgin, die wir in den Benennungen für Augen, Ohren, Nasenlöcher, Füsse, Knie, Hände u. a., neben der sicher stehenden Plural-Endung t finden, tritt sehr häufig auch an anderen Wörtern auf und zwar nicht nur an Substantiven, sondern in Fällen wo die Zweiheit der Bedeutung sehr fraglich erscheint.

Der *Plural* endet am häufigsten in Substantiven und Adjectiven wie auch in Pronominal- und Verbalformen der dritten Person auf -t, at, et, it. Die vocalisch auslautenden Substantiva nehmen ein blosses -t an, z. B.: ritti *Zahn*, pleki *Stiefel*, galla *Ente*, *Vogel*, etugui

Gans, neinkai *Knabe*, ligli *Ei*, lauten im Plural rittit, pleket, galgat, ēitut, nenxait, liglit; in den Substantiven auf -ṅ, -ṅi, -n, -lgin, -m, -r, -l, tritt -at, -et, -it an den Stamm, aus titiṅ *Nadel*, iren *Kleidung*, poigin *Speer*, meakom *Pfeil*, ilir *Insel*, xlawol *Mensch* wird im Plural titinet, irenit, poiginat, maxmit, ilirit; wejem *Fluss* bildet die Pluralform wesmit; Die Wörter auf -k so wie auch einige auf -n auslautende verwandeln dieses im Plural in blosses t, so heisst namentlich: der Plural von girgik *Haar*, girgit, von eginmin *Wort* — eginmät (*Sprache*), von iaiolgin *Fuchs*, lilälgin *Auge*, wilulgin (= wilugi) *Ohr*, gitkalgin *Fuss*, wird der Plural: iaolgit, lilet, wilut, gitkaáti gebildet, mingilen *Hand*, hat im Plural mingit, remkilei *Gast*, remkit. Pluralformen sind ferner wohl auch gilgit = rilgit *Finger*, gilpit *Schultern*, rilgut *Augenbrauen*, xuimut *Buchten*, witwit *Blätter*, ut'tuhut *Bäume* = *Wald*, jarat *Häuser*, (Singular: jaraṅ Romb.).

Das oben erwähnte xlawol *Mensch* hat neben der Pluralform xlawolet auch noch eine zweite Plural(?)form xlawoli, xlawolu. Diese vom Singular kaum zu unterscheidende Form bietet der Text in 10 unmittelbar auf einander folgenden Beispielen, wo das Wort xlawol in Verbindung mit Zahlwörtern (collectiv, als Gattungsbegriff?) gebraucht wird, von diesen sind nur 4 in unserer Transscription wiedergegeben, die übrigen ausgelassen. Ebenso finden sich auch im Texte Thiernamen in der Singularform gebraucht, wo doch die Rede offenbar nicht von einem einzelnen Individuum, sondern von der Gattung ist (141, 144, 160, 161 vgl. 155).

Ebenfalls in pluraler oder augmentativer (?) Bedeutung findet sich eine nicht unerhebliche Anzahl von Substantiven in reduplicirter neben der einfachen Form, so z. B.: eger (für eṅer) neben eṅer-eṅer *Stern*; wujal *Schneegestöber* und wujal-wujal, liṅ-liṅ *Herz*, mullumul *Blut*, milgimil *Feuer*, epé-epé *Spinne*, witwit *Blätter*, ut'tuhut *Bäume* u. a. m. Ebenso werden auch im Korjakischen muien-muien *Mücke* (Tschuktschisch mren), muxe-mux *Regen*, pin-pin *Asche* und *Brod*, gebraucht. Ferner gehören hieher bei Romberg; djin-djin *Feuer*, tin-tin *Eis*, piṅa-piṅ *Schnee*, jaṅ-jaṅ *Nebel*, jo-jo *Wind*.

Das Genitiv-Verhältniss scheint nicht durch bestimmte Formen gekennzeichnet zu werden. Am häufigsten lässt es sich in Compositis wahrnehmen, in denen übrigens vorzugsweise der erste Bestandtheil sehr oft einer starken Contraction unterliegt. Folgende Beispiele mögen das eine wie das andere erhärten: angega-kuma *Meeres-Ufer*, (aṅka, anxo *Meer*), lill-argit (*Augen-Haar*) = *Wimpern*, von lilälgin Plur. lilet *Auge*, illi-hirgik (*Wangen-Haar*) = *Backen-Bart*, walkel-irgik *Kinn-Haar*, milgi(r)-rit *Feuer-Waffe*, milxr-ilaxai *Feuer-Strahl* = *Blitz*, milgi-piolgin *Herd*, (*Feuer-Kehle?*) tärkix-mel *Sonnen-Strahl* (*-Feuer?*), tiirk-erèm *Sonnen-Herr* = *Kaiser*, tirk-èrmi-nutekken *Kaisers-Land* = *Kaiserreich*, tirki-nini *Ost*, tirki-padga *Süd*, tirki titwi *West* (von tirkitir *Sonne*), mingak-ka *Armspange* (v. mingit *Hände*), mimli-kin' keelei *Wasser-Geist*, ta(w)ak-oinim *Tabaks-Pfeife*, maxmeai-òkxin *Pfeil-Berge* (v. meakom *Pfeil*), etta-ettin *Hunde-Schlitten* (hättan *Hund*), énnek-kuprö *Fisch-Netz*, xoranatekikgin *Rennthier-Fleisch* u. a. m.

Dagegen werden die Casus-Verhältnisse und zwar des *Locativ*, *Allativ* und *Dativ* durch die Postposition -ite, -te, (-ät?) wie folgende Beispiele lehren, bezeichnet: iara-ite, iara-

hiten *zu Hause*, anxa ite *auf dem Meere*, meni-(n)nota-ite *im grossen Lande*, mimli-te *im Wasser*, ilir-it *auf den Inseln*, murginat *bei* (*unter*) *uns*; igin-ete *gen Himmel*, k̓orma-ite *zum Ufer*, ilir-aitei *auf die Inseln*, tirk erma-ite murginaite *unserem Kaiser* (19). Die Pronomina personalia erhalten in Allativ- und Dativ-Bedeutung das Suffix -kaite, more-kaite *zu uns*, torekaite *zu euch*; more-kaite *uns* (Dativ) 141, ꞌgnikaite *euch*.

In eben dieser Bedeutung wird auch im Kamtschadalischen das Suffix -ko, -k, -gu gebraucht; so findet sich in der Uebersetzung des Vaterunsers: kagol-k, und kogal-gu *im Himmel*, sims-k *auf Erden*, borená-ko *zu uns*. Aehnliche Postpositionen dürften im Tschuktschischen vielleicht auch in -ke und (a)-ne zu vermuthen sein, wenn die Zusammenstellung der Formen doten-xak̓ *von woher* mit xak̓a-ne *in welcher Richtung* und gmi-ga-k̓ake *an meiner Seite*, muräke *von uns*, *über uns* (*sprechen sie*) eine richtige ist.

Durch Zusammensetzung von Substantiv und Verbal-Wurzeln mit dem Worte xlawol *Mensch*, *Mann*, werden Personen-Namen, die deren Beschäftigung, Stand und andere ähnliche Beziehungen (nomina agentis) gebildet, so findet sich z. B.: aima-klau *Herrscher* (von arem, aiem *Herr*), texanat-xlawol *Zinspflichtiger* (von texanan *Jassak*), tula-xlawol *Dieb* (= tullaxi und ni-tulaxen, von der Wurzel tul- *stehlen*); welia (k) klä-ul *Handels-Mann* (weliut *Handel treiben*), élot-koalaul *Schamane* u. a.

Deminutiva werden durch suffigirtes -pel (Adj. ni-pulu-xin *klein*) gebildet, hieher gehören: appè-pel (*Väterchen*) *Priester*, wallà-pel *Messerchen*, neittè-pel *kleiner Berg*, raxnut-pel *irgend Etwas kleines — Kleinigkeit*, und ebenso im Korjakischen: kaihoiam-pel = góiem-piling *kleiner Fluss*, enká-pil = énkak oppúlioxin und ojáka-pil *kleiner Knabe*, ṅawakka-pil *kleines Mädchen*, uinia-pil *Knecht*, puel-pil *Magd*, uttè-pel *kleiner Baum — Strauch*. Deminutiv ist also wohl auch khen-pili *Pfahl* (Kor. hengul) u. a. Hinsichtlich ihrer Bedeutung sind diesen entgegengesetzt die durch suffigirtes -men (vom adj. ni-meien-xin *gross*) in augmentativem Sinne gebrauchten Substantiva, wie z. B.: tirke-men *grosse Sonne* d. h. *Kaiser*.

Die Adjectiva erscheinen im Tschuktschischen wie auch im Korjakischen zum grössten Theile mit dem Praefixe ni, ni̥, ne, na, n'u und dem Stamme zugleich suffigirtem -xin, -xi̥n, -xen, -xan, -kin, -ki̥n, -ken, -kan versehen. Diese Affixe sind jedoch keinesweges constant, sondern es finden sich in den verschiedenen Vocabularien mehrere Adjectiva mit denselben bald bekleidet, bald auch derselben ermangelnd. Auch der Text liefert Belege für beide Formen und zwar in beiden Bedeutungen, attributiver sowohl, wie auch praedicativer. Endlich finden sich viele Adjectiva nur ohne dieses Suffix. So entspricht z. B. dem Substantiv: kat'uga *Kraft*, ni-katu-xen *kräftig*, *stark*, niketuxin xlawol *starker Mann — Krieger*. nikatuxan one *starker Sturm* = Kor. katwu hingai *starker Wind*; ni-meien-xin *gross*, nimeenxin nutenut *grosses Land* Kor. niméankin kaitakalgen = ielalgan tomgan niméankin *der grössere* (*ältere*) *Bruder*, nimeankin k̓akigot *ältere Schwester*, dagegen heisst Tschuktschisch menge kúiligin *starke Stimme*, meingi nirgi̥rgir uerken *es ist ein grosser Lärm = laut*, meini wujal-wujal *starkes Schneegestöber*, meni(n) nota ïte *im grossen Lande*. In allen Beispielen wird es attributiv verbunden, wie auch in: gi̥m meini arem *ich bin ein grosser Häuptling*.

Dieselbe Wurzel -men sahen wir Substantiven suffigirt, zur Bildung von Augmentativen benutzt, wie umgekehrt das Deminutiv-Suffix -pel in der Adjectiv-Form n'u-pulu-xin auftritt. So findet es sich namentlich in: nu(t) puluxni niinxai *kleines Kind*, n'u(p) puloxinat wesmet warkin *sind* (*da*) *kleine Flüsse* und im Korjakischen: ni(p) pulaxen kaitakalgen *jüngerer Bruder* und e(p)puluxen k̓akigit *jüngere Schwester*, oppulioxen kimigin *kleines Kind*, eppuloxen gúkkon *kleiner Berg*, und in Verbindung mit der Deminutiv-Form in: eppúloxen wejempil *kleines Flüsschen.* Aus dem Stamme mel wird ebenso das Adjectiv ni-mel-xen *gut*, gebildet, z. B. nimelxen ililit *ein guter Dolmetscher*, one nimelxin *gutes Wetter.* Doch finden wir nigixin umxa *weisser* (*Eis*) *Bär*, nileixin (nilgixin) pilwinten *weisses Metall* = *Silber*, n'uxin iaïolgin *schwarze Füchse.* Dagegen heisst k̓edlo pluint *rothes Metall* = *Gold*, k̓eelgo oengen *rothe* (*Preissel*) *Beere*, woneben das Vocabular die Form ni-k̓elaxen bietet. Gänzlich vermissen wir jedoch diese Affixe in den Adjectiven *alt*, *jung*, *schlecht*, die das Vocabular mit Substantiven verbunden, wie auch ohne dieselben aufweist. Wie das Substantiv besonderer Formen zur Bezeichnung des *Geschlechtes* ermangelt, so finden sich diese ebenso wenig am Adjectiv ausgeprägt; Belege liefert das Vocabular s. v. *Bruder*, *Schwester*, *alt*, *jung.*

Hinsichtlich der *Zahlform* gilt auch für das Adjectiv, was bereits vom Substantiv gesagt. Auch hier erscheint -t als Plural-Endung in: n'uppuluxinat wesmet *kleine Flüsse*, k̓elgat iaolgit *rothe Füchse.* Doch scheint diese Congruenz nicht immer Statt zu finden, im Texte heist z. B. N° 67 nimeenxin wesmit *grosse Flüsse* und N° 72, 74 ebenfalls in Bezug auf eine Mehrheit von *Flüssen* und *Buchten* lauten die Adjective nimxi xoti hemik̓xeli (*einige sind*) *tief andere flach.*

Comparations-Formen an Adjectiven und Adverbien weist kein Fall weder im Vocabular noch im Texte auf. Wie durch die Affixe ni-xin Adjective aus Stämmen abgeleitet werden, so scheinen durch ni- em Adverbia gebildet zu werden, wenn anders zwei Fälle zu diesem Schlusse berechtigen können. Es heisst nämlich: (108) xin'k̓ik̓etik nimelem *sieh gut zu* und neimelem mnitwamikom *lasst uns gut sein*, offenbar von demselben Stamme, welchen wir im Adjectivum nimelxin fanden, dasselbe Suffix findet sich auch im Korjakischen niketem erginat (*sie schreien stark*), welches wie mehrere 3 Pers. Plur. in den Wörtersammlungen durch Substantiva und zwar vorzugsweise abstracta übersetzt wird, man vergleiche: *Krieg*, *Streit*, *Zank* u. a.; zu vergleichen wäre noch minkinem *wie*, von minkri *wer*, *was.*

Mehrere abgeleitete Adjectiva finden sich in der Wörtersammlung Raisky's mit praefigirtem a- und dem Suffixe -kelin, -telen, -k̓elen, meist mit negativer Bedeutung so namentlich: úilu-kelin, Kor. o-willo-köl Stell. *taub*, von weliulgin, Plur. weliut *Ohr*, a-rinni-kelen *zahnlos*, von ritti (Kor. wanna) *Zahn*; a-mengi-kelen *armlos*, *einhändig* von mingit *Hände*; hieher scheinen noch folgende Adjectiva, denen zum Theil das Praefix a- fehlt, gezogen werden zu dürfen, für die sich das Wurzelwort nicht nachweisen lässt: omík̓s-kelen *tief*, R. vgl. hemik̓xeli *flach*, *seicht*, ēēnginkál-kelin *kinderlos*, (vgl. nin'xai, enankai *Kind*), nitlel-kelen *Schmutz*, kuulē-telen (*Augen-*) *Staar* (= *blind?*), Kor. ä-llilä-kilä Stell. haimi-k̓'elen *reich*, arà-telen *krank* (vgl. *jung*), xitelen *hungrig*, toókelen *schwanger* (?), muaugillen *billig*; vgl. Kor. emge-

luklö *stumm*, Stell. Durch das blosse Praefix a- wird das negative a-pleèk, Kor. *barfuss*, aus pleèki *Stiefel*, gebildet.

Die *Pronomina*, und zwar namentlich die *substantiven Personal-Pronomina* des Tschuktschischen und Korjakischen bieten eine grosse lautliche Uebereinstimmung mit den Kamtschadalischen dar, namentlich spielen die beiden letzteren vielfach in einander über, sie mögen daher hier auch neben einander Platz finden:

1. *ich:* Tschuktsch. gim, gi̥m; Kor. gi̥mma, gommä, gumu, kem, gam; Kamtsch. kume, kemma, ki̥mma, ki̥mha.
2. *du:* Tschuktsch. gi̥r, gut, Romb.; Kor. gi̥tḱe, giḱa, gi̥tti̥, kiźe, geź; Kamtsch. kiśśa, ki̥źa, ki̥źe, ki̥ź.
3. *er:* (demonstrativ) Tschuktsch. i̥nxan, ingan; Kor. énnol, annanol, enno, an-no, hemiguiśkin (vgl. *hier*) f. g. tili; Kamtsch. enna, dúgud, udda, due, dangun, taakui.
4. *wir:* Tschuktsch. muri, mure; Kor. múiu, muśxanten, buź; Kamtsch. muś, moźiś, muźu, buźe, buse.
5. *ihr:* Tschuktsch. turi, turi̥, ture; Kor. tuiu, toiu, tuḱu, ti̥ḱu, túśxant, śúźe; Kamtsch. śux, źuśa, zuźgè.
6. *sie:* Tschuktsch. inxanat; Kor. iḱu, etḱu, iḱánt, ti̥lu (vgl. *er*); Kamtsch. iḱuiu, onin ngaiun.

Diese substantiven Personal-Pronomina werden als Subjects-Bezeichnung im Nominativ mit Verbalformen verbunden, wenn das Subject mit Nachdruck hervorgehoben werden soll, und gehn dann diesem voran: so heisst z. B. (117) alo gi̥m marowka, *nicht ich streite*; (99) gi̥r murina inne aïlgaïrka, *du fürchte uns nicht*; (137) muri inxan mni̥nmi̥k, *wir werden ihn tödten*; (20) muri ten'iegirki̥mi̥ texanan treilkit, *wir wollen Jassak zahlen*; (173) muri awuletkimi̥k, *wir kennen sie nicht*; (108) turi̥ xi̥lxi̥ti̥k, *ihr gehet*; (19) turi̥ ten'iegirki̥ti̥ texanan treïlkit, *wollt ihr Jassak zahlen.* Vorangesetzt vertreten diese Pronomina auch die Copula, so in: (123) gi̥m meini̥ arem, *ich bin ein grosser Häuptling*; (26) teger turi texanatxlawol, *wie viele Abgabenpflichtige seid ihr eurer.*

Vom Nominativ ist auch der Accusativ nicht verschieden in: (94) aïl'gibkim, gi̥m naran-mi̥m gi̥mi̥ki, *ich fürchte, dass ihr mich tödtet*; muri inxan mni̥nmi̥k, *wir werden ihn tödten*; muri awletkimi̥k inxanat, *wir kennen sie nicht.* Ob dagegen das -i̥ wirkliche Objectsbezeichnung ist, welches folgende Beispiele: (140) in'ne hanmika inn'xani̥, *schlage ihn nicht!* (138) mni̥nmi̥mi̥k inxani̥, *tödte ihn!* enthalten, mag dahingestellt bleiben. Für die zweite Person Pluralis lautet der Accusativ: gi̥rge, in (37) gi̥rge heiwulen'ginat, *sie kennen dich* und (39) gi̥rge awletkinat, *sie kennen dich nicht.* In der ersten Person Pluralis findet sich in Accusativ-Bedeutung die Form: murina; (99) gi̥r murina inn'ne aïlgaïrka, *uns fürchte nicht!* Andere Casus-Beziehungen eben dieses Pronomens werden durch die Formen: murina (98), mur i-ni, *bei uns*; (97) muräke, *von uns*, *über uns* (*reden*); morekaïte, *zu uns* (15); (in Dativ-Bedeutung (141)) ausgedrückt und ebenso torekaïte für die zweite Person des Plurals (3, 7) und gnikaiete (33), welches im Texte durch den Dativ der zweiten Person Pluralis über-

setzt ist, während es dem Zusammenhange, wie auch seiner Form nach eher für dieselbe Person des Singulars aufzufassen sein dürfte, dem auch die ebendaselbst vorkommende Form girwot anzugehören scheint.

Vom *Possessiv-Pronomen* finden sich folgende Formen:

mein: gimnin, gumenin Romb.; in adjectiver wie auch substantiver Bedeutung, so: newen' gimnin, *mein Weib* (169) und wotxan gimnin, *das ist Mein* (163).

dein: xinin, gutnin Romb.; Kamtsch. knin, knign.

sein: tumgin; ist wohl mit tumeitom, tumeutom, tumgatom, *Freund*, *Gefährte*, *Genosse*, zusammen zu stellen.

unser: (Dativ) murgina-ite (19), Plur. *die Unseren*, murginat (124, 94); Kamtsch. búrin.

ihr: inik, inin(?) 172.

Dies letztere ist, wie auch die in der Bedeutung des Personal-Pronomens der dritten Person angegebene inxan, Plur. inxanat, eigentlich Demonstrativ-Pronomen, wie aus dem Texte (81, 175) erhellt. Demonstrative-Bedeutung hat ferner noch das als Orts-Adverbium(?) notxan, wotxan, nanxan, *das*, *da*, *dort* und das aus dem Pronominalstamme gebildete in'ki *hieher*.

Das *Interrogativum* lautet: rax, rasx, Plur. raxnut; die Form raxtit (Text 171) ist wohl nur ein Schreibfehler, es wird sowohl adjectivisch wie substantivisch gebraucht, bedeutet: *wer*, *was* und *von welcher Art*, *wie beschaffen* (Text 53, 55, 56, 105, 111, 126, 130, 134). Romberg giebt als Interogativum: seiniut. Als Substantiv geht es die Verbindung mit dem Deminutiv-Suffix -pel (raxnut-pel, *Kleinigkeiten*) ein.

Ein zweites Interrogativum ist minkri, *was?* mengin, *wer?* Kor. meknang, minki, Ukin. meeni, ohne Pluralform? adjectivisch und adverbial (*was für ein* — *von welcher Beschaffenheit*, *wie*) gebraucht, (Text 58, 79 und 83, 102). Aus diesen beiden Interrogativen werden mehrere Adverbien der Art und Weise und des Ortes gebildet, so z. B.: räx-xa und mikinem, Kor. *womit*, *wodurch*, raxu, raxui, *wozu*, *zu welchem Zweck* (Text 32, 92, 94) = menke (118) und minkri, *wohin* (Text 2, 49), menkore, *wo* (81), menxo, *von woher*.

Drittens ist als Interrogativum noch teger, tegerkin, *wie viele*, zu bemerken, welches gleich den Zahlwörtern und dem gleich zu erwähnenden nimxi, *viele*, auch mit der Singularform von Substantiven verbunden wird. (26, 46, 51).

Indefinita sind: kól, *ein Anderer*; omulo, *Alle*; amelwelini, *von jeglicher Art*; teèrki, teèrkin, *wenige* (Ukin. taxer) und nimkixi, *viele*. Letzteres wird auch substantivisch gebraucht (Text 106) und ermangelt als Adjectiv einer congruirenden Pluralform.

Obgleich den Tschuktschisch-Korjakischen *Zahlwörtern* schon eine eingehende Beleuchtung von Pott, in seiner: quinaren und vigesimalen Zählmethode etc. p. 54—57, zu Theil geworden, so möchte doch eine vollständige Zusammenstellung des handschriftlichen Materials grösserer Vollständigkeit wegen, wie auch der sich ergebenden Abweichungen halber, theils Einiges bei Pott noch nicht vollständig Erwiesene erhärten, theils auch modificiren; zu besserem Vergleich möge sich dann noch nebst dem Tschuk-

tschischen an das Rennthier- und Ukinisch-Korjakische noch die Mundart der Insel-Korjaken von Karaga nach Krascheninnikof und Klaproth (Asia polyglotta Tab. XLIX.) anschliessen. Die Zahlwörter lauten:

1. Tschuktsch. innen a. u. S. innin Romb. ennän-k̓e, ennen'-ek̓à, R. (*einmal?*).
   Kor. St. 1 énnen, 3 u. 4 ínnen; en'non a. ennen S.; Ukin. ēnnen W.; Karag. ínśinäk.
2. Tsch. niräx a. u. S. ńiräk R., nirè-k̓a (*zweimal?*) R., gírak Romb.
   Kor. St. 1 níiex, 3, 4 ńíjak; niexk̓a (*zweimal?*). Ukin. nittak. Karag. nittäkaw.
3. Tsch. n'rox a. ńrot S. ńorôk R. girŏk Romb.
   Kor. St. 1. niōkin, 3. 4. ńoiôk; niiox a. Ukin. ńrook. Karag. ńźókaw.
4. Tsch. n'rax a. ńrax S. ńraâk R. girăk.
   Kor. St. 1. niáken, 3. ńiják, 4. ńijáka; niiax. a. Ukin. ńraak. Karag. ńźākaw.
5. Tsch. milligen', a. mil'linge S. midlegeän R. miltingin Romb.
   Kor. St. 1. millenge, 3. 4. míllangin = a. Ukin. millingen. Karag. minlanka.
6. Tsch. innan' millingen'. a. nan miligin S. ēnnäen midlegeän R. nin-miltingin, innin-miltingin Romb.
   Kor. St. 1. ennan millenge, 3. 4. ínnan míllangin; en'nan' millangin'. a. Ukin. ennen miillingen. Karag. íngi anaśit.
7. Tsch. nirax milligen' a. nirax miligin' S. ńiraâk midlegeän R. gira miltingin Romb.
   Kor. St. 1. niá-kole mengak 3. ńitàk millangin. 4. ńijak míllangin; ńijàk millangin. a. Ukin. nittak miilingin. Karag. ńitti akaśit.
8. Tsch. anwrotkin a. angrotkin S. amgrookkeên R. emgrotke Romb.
   Kor. St. 1. niò kole mengak, 3. ńórok míllangin, 4. ńojok millangin; nijox' millangin a. Ukin. grook millingen. Karag. ńiśó akaśit.
9. Tsch. xona k̓inki a. S. koon-ak̓kin keên R. konasinkin Romb.
   Kor. St. 1. xoniá aik̓inkan 3. ńaràk míllangin 4. xon'aik̓enkin = a. Ukin. graak miilgin. Karag. ńiśa akaśit.
10. Tsch. migitken' a. u. b. mingitken, mingitki S. mindgitkeên R. mengitki Romb.
   Kor. St. 1. minnigítken 3. míngetkin 4. minnegetkin, minegitkin' a. Ukin. mingitkin. Karag. tamálgaśa.
11. Tsch. mingitkin min (für enin?) parol. S. enneän parôl. R. mem peról, innin-perólta Romb.
   Kor. St. 1. ennen ko-paiul-angi, 2. minnigitken ennen, 3. mingetkin-innen, 4. innen minnegetkin.
12. Tsch. ńirääk parôl R. gíra perolta Romb.
   Kor. St. 1. niiehko-paiulangi, 2. minnigitken niieh, 3. míngetkin ńijiak, 4. ńijak mínnegetkin. a.
13. Tsch. ńôrôk parôl. R. girŏ perolta Romb.
   Kor. St. 1. niok ko-paiulangi, 2. minnigitken niokin, 3. mingetkin ńoiok, 4. ńoiak-minnegetkin.
14. Tsch. ńrââk parôl. R. girā perolta Romb.
15. Tsch. kilginkeen. R. killagintin Romb.
16. Tsch. enneän-kilginkeen. R. innin-killagintin Romb.
19. Tsch. girā killagintin Romb.
   Kor. St. 1. xonia aik̓inkan ko-paiulangi. 2. minnigitken xonja aik̓inkan, 3. mín-

getkin ṅaràk (14), 4. xonjá ikin mínnegetkin.

20. Tsch. xlik-kin', a. xlik-kin' S. xlikin' D. kallükki. R. killiktik Romb.

Kor. x'alik, a. St. 1. ópto kaláu (i. e. integer homo). 2. kalík. 3. ṅijàk míngetkin (*2mal* 10). 4. klawul = homo. Ukin. nittak mingitke. Karag. ukám kagal (*ganzer Mensch*).

21. Tsch. killaken-enneän parôl. R. killiktik innin Romb.

Kor. kallik-enen ko-paiulatting. Stell.

22. Kor. kallik niak ko-poialatting. Stell.

30. Tsch. xlik-kin' mingitkin' parol a. klikkin mingitkin parol. S., mindgitken parol. R. killiktik mengitki Romb.

Kor. St. 1. níoki minnigítken, 2. kalíka minnigitken, 3. ngoiok míngetkin.

40. Tsch. nirax xlik-kin', a. nirax xlik-kin' S., ṅrââk kirlikin R. gíra killiktik Romb.

Kor. niáken minnigítken, 2. niiex kaláutat (= 2 homines), 3. ṅijak mínget-kin, 4. ṅijak kláwul.

50. Tsch. nirax xlik-kin' mingitkin parol, a. ṅniräák kirlikin. R. gíra killiktik mengitki Romb.

Kor. St. 1. millenge minnigitken, 2. niieh kalíkat minnigitken, 3. míllangin míngetkin. Ukin. miligen mingitke.

60. Tsch. n'rox xlik-kin' a. grox xlikkin' D. giró killiktik Romb.

Kor. St. 1. ennan millenge minnigitken, 2. niok kalautat (3 homines) 3. inniàn millangin mingetkin. 4. ṅoiok klawul.

70. Tsch. n'rox xlik-kin' mingitkin parol. a.

Kor. St. 1. niá kole méngak minnigítken. 2. niók kalíkat minnigitken. 3. ṅitàk millangin míngetkin.

80. Tsch. n'rax klik-kin' a. nrax klikkin' D.

Kor. St. 1. (90?), 2. niá kalikat, 3. 4. ṅijak kláwul (i. e. 4. homines).

90. Tsch. n'rax xlik-kin' mingitkin parol, a.

Kor. St. 1. xenja aikinkan minnigítken, 2. niá kalìkat mingitkin, 3. ṅoròk millangin míngetkin.

100. Tsch. milligen nig-xlikkin' a. millin' xlikkin' D., millan xlekin' S. midlâân kirlikèn' R. miltingin killiktik Romb.

Kor. millangin x'alik a. St. 1. millengen kolau (5 *Menschen*), 2. millenge kalikat, 3. kalik.

200. Tsch. mingit xlikkin D. (10 *Menschen*).

Kor. St. 2. niiak kalík.

400. Tsch. xli-xlinkin D. (20 *Menschen*).

600. Tsch. ṅrok xlinkin D.

800. Tsch. ṅrax xlinkin D.

1000. Tsch. milligen xlin-xlikin D. mingitkin xlik-kin' a.

Kor. mingetkin kalik St. 3. minegitkin millangin x'alik.

2000. Kor. ṅiiak mingetkin kalik St. 3.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich als Ergänzung zu Pott's scharfsinnigen Bemerkungen über die Bildung und Bedeutung der Zahlwörter noch etwa folgendes.

Das Wurzelwort für 5, in welchem seiner Bedeutung nach kaum ein anderer Begriff als der von *Hand* sich vermuthen lässt, da, wie erweislich 10 und 20 mit (beide) *Hände* und *Mensch* gleichbedeutend sind, kann dennoch aus dem zu Gebote stehenden Wortvorrathe nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden, wenn es nicht etwa in dem Kolyma-Korjakischen marilgan, *Hand*, mangilgan, *Arm*, Stell. zu suchen ist. Es gewinnt diese Annahme um so grössere Wahrscheinlichkeit, da das r und der Nasal (ng) sich häufig zu

i erweichen und also die Form maiilgan der Bezeichnung von 5 sehr nahe käme. Dass übrigens die allen Dialecten gemeinsame Form für *Hand* (Plur.) mingit auch wirklich in der Bedeutung von 5, collectiv gebraucht wird, erhellt zur Genüge aus den Korjakischen Formen für 7 und 8 bei Steller: nia-kole-mengak und niò-kole-mengak; mit Berücksichtigung des Tschuktschischen kol *ein Anderer*, *der Andere*, bedeuten diese beiden Zahlwörter wörtlich übersetzt: 2, respective 3 *der anderen Hand.* Die Tschuktschische Form für 8 a-nwrotkin, a-ngrotkin, a-mgrok-kin ist sicher so zu zerlegen wie es hier geschieht, so dass es also ngrôk = ṅrok, mgrok d. h. 3, mit dem an den Collectiv-Zahlen 5, 10, 15, 20 erscheinenden Suffixe -kin darbietet, wobei freilich das anlautende a unerklärlich bleibt, da es mit dem an Adjectiven in negativem Sinne vorangesetzten a- gewiss nichts gemein hat. Ganz unzerlegbar und also unerklärlich bleibt die Korjakisch-Tschuktschische Form für 9, für welche das Uka- und Karaga-Korjakische eine der von 7 und 8 analog gebildete aufweiset, es heisst da nämlich 4 + 5. In 10 ist die Pluralform von mengak, *Hand* (wie aus den Korjakischen Zahlformen 7 und 8 zu erschliessen ist) unverkennbar mit dem mehr erwähnten Suffixe -kin versehn.

Die Addition der Einer zur Dekas geschieht auf dreifache Weise: 1) durch Voransetzen von 1, 2, 3 und 4 zu mingitken (10), ebenso wie in 6, 7 und 8 diese Zahlen zu 5 treten; 2) werden sie dem Zehner nachgesetzt und zwar durch ein additives parol, perólta Romb. (Kor. ko-paiul-angi) und 3) werden die Einer allein mit parol elliptisch gebraucht, wobei mingitkin zu suppliren ist. Auffallend ist die Form für 15 als neue Zahlen-Einheit, dass sie wirklich so aufgefasst wird beweist ausser dem allen Grundzahlen (5, 10 und 20) zukommenden Suffixe -kin auch seine Verwendung zur Bildung von 16 = 15 + 1 und bei Romberg auch vollständig für 17, 18 und 19. Da diese Zahl für das Korjakische uns fehlt, so bleibt die Ableitung von kilgin-keen (15) von gitkalgin = *Fuss*, wohl zweifelhaft, wenn gleich nicht unmöglich, da die Corruption, die alsdann gitkalgin erleiden würde, kaum eine gewaltsamere zu sein scheint als die, welche die Wörter *Hand* und *Mensch* als Zahlwörter = 10 und 20 gebraucht, erfahren, und 15 hiesse also *1* oder *der 1ste Fuss*? Die höheren Zahlen werden durch Eikosaden gebildet zu denen 10 mit parol verbunden die ungeraden Zehner ausdrücken hilft, 400 und 1000 scheinen eine reduplicirte Form von 20 xlikkin nämlich xli-xlinkin, xlin xlikkin aufzuweisen.

Ordinalia und multiplicativa lassen sich für das Tschuktschische nur aus den beiden Formen ennän-k̇e, ennen'-ek̇á *der Erste*, *einmal* und niex-k̇a, *der Zweite* = *doppelt*, belegen. Steller (Beschreibung des Landes Kamtschatka), giebt für das (Rennthier-) Korjakische die Ordinalia von 1—10. Sie lauten: ennen, *der Erste*; niak-awkin, 2te; niaug-kakin, 3te; niaw-kakin, 4te; mullong-kawkin, 5te; ennel-mula kawkin, 6te; niax-mullang, 7te; niox-mullöng, 8te; ku nice kowking, 9te; mungat-king, 10te. Vielleicht dürfte zu beachten sein, dass diese Ordinalia in 2—6 und in 9 dasselbe Suffix -kin oder vollständiger -kawkin aufweisen, welches wir aus den Collectiven-Cardinalzahlen 5, 10, 15 und 20 im Tschuktschischen hervorheben, während 7, 8 und 10 auf einen Nasal auslauten. Das

Zahlwort *Eins* stimmt wie im Tschuktschischen so auch im Korjakischen mit dem Substantiv-Pronomen der dritten Person fast ganz überein.

Am Verbum kann die Person durch besondere Endungen gekennzeichnet werden, doch entziehen sich mehrere Fälle unseres Textes dieser Ansicht als einer allgemein geltenden. Die Mehrzahl der Beispiele lässt jedoch für die einzelnen Personen folgende Endungen annehmen. Im Singular lautet die 1ste auf -im, die 2te auf -in, (-gin, -xin, -kin, -tin, -llin) aus, in der 3ten scheint der Verbalstamm ohne bestimmtes Suffix aufzutreten. Im Plural endet die 1ste Person auf -mik, -mok, die 2te auf -kit und -tik, die 3te auf -ginat. Folgende Beispiele des Textes mögen als Belege dienen: für die 1. Person: geallim, *ich kam* (3, 46, 47); hetkiwlim, *ich nächtigte* (50); nileiwi̥m, *ich war* (*fuhr*) (52); ailgibkim, *ich fürchte* (94); xrim mnilxam, *ich werde nicht fahren* (92). Die 2. Person: im Indicativ: tin' iegirkin, *willst du?* (14); runtengin, *du lügst* (29); xiti̥rkin, *du gingst* (2); nietxin, *du fuhrst* (48); nilei-oulxin, *du bist gereist* (51); geallin, *du kamst* (45); tre ettin, *du kämest* (135). Ebenso endet die 2. Person Singularis Imperativi in: xitkigin, *nächtige!* (98); xilpigin, *rauche!* (24); xretgin, *gieb!* (23); xk̄etgin (xietgin, xretgin?), *komm* (143); xiiterkin, *sieh!* (154); xiteurkin, *rudere* (179); xi wilutkin, *handle!*

Oft jedoch ermangelt der Imperativ auch dieser Endung so in: xmatan', *nimm* (25) (etwa = dem russischen хватай?); xaxametwa (min' kametko R.), *iss!* xwaxo, *setze dich*; xiuk̄i, *trinke!* (1), xwellä, *steh!* xinatwa, *sprich!* xoro, *geh weg!* xilxit, *komm!* xink̄ik̄ati̥, *zeige!* (22), xintäk̄xat, *schlage!* (177). Prohibitiv wird diese 2. Person sowohl mit vorangehender Negation alo, xrim und iñe wie auch ohne dieselbe meist auf -ka, -ke auslautend gebraucht, so heisst z. B.: iñe aïlgawi̥ka und aïlgawi̥ka, *fürchte nicht* (17, 99); alo runte-alke, *lüge nicht!* tagam mara-urka, *wohlan! streite nicht!* iñe gan'mika, *tödte nicht!* (140). Dasselbe Suffix -ka erscheint übrigens auch in negativer Bedeutung im Indicativ: raxu a xiti̥rka, *warum fährst du nicht?*, ja auch an anderen Personalformen in: murginat (h)anmika, *die Unseren tödten nicht* (96); alo gim marowka, *nicht ich streite* (117); alo maraurka, *nicht wir streiten* (120).

Die 3. Person der Einheit bietet verschiedene Ausgänge dar, darunter auch den als Suffix der 2. Person angenommenen -kin: warkin, *es ist*, *giebt*; ferner maraurkin, *er streitet*; tirkitir rek̄ xi-wi̥rkin, *die Sonne ist untergegangen* (152); andere Formen sind: argrolin, *es taget*; ettin, *er kommt* (12); aber etti in Verbindung mit roit'ti und (h)alegel, *Regen und Schnee fällt* (155); ganan xilin, (*sie*) *ist schwanger* (169).

Für die 1. Person der Mehrzahl weisen die meisten entsprechenden Beispiele die Endung -mi̥k, -mok im Indicativ und -mi̥kom im Adhortativ auf, so: muri mninmi̥k, *wir werden tödten* (137); muri awuletkimik, *wir kennen nicht* (173); rekewi̥mi̥k, *wir reisen* (100); minwilutkimik, *wir handeln* (132); minuk̄wemik, *spielen wir!* (118); k̄inmal tumgimok, *befreunden wir uns miteinander!* (115); hieher dürften vielleicht auch noch folgende Formen aus Raisky's Vocabular zu ziehen sein, die dort freilich durch den Infinitiv übersetzt sind: min' atkamak, *warten*; min tulenmuk, *stehlen*; mnegemok, *gehen*; millauillùmik, *begegnen*; mnettenmok, *klettern*; min'maraomuk, *streiten*; ferner mingaikamik, *sich hinlegen*; milxamik, *schlafen*; und minwilimik, *Ein-*

tracht, *Friede*; ten'gegiarkimit, *Freude* (*Wille?*); welche letztere Substantiva sich in der handschriftlichen Wörtersammlung finden, die den Vocabulariis Comparativis zum Theil zu Grunde gelegt ist, und wo erweislich Substantiva abstracta durch Verbalformen (namentlich die 3. Person Pluralis, vgl. *Krieg*, *Lärm*, *Geschrei* u. a.) übersetzt werden.

Abweichende Endungen bieten folgende ebenfalls durch die 1. Person Pluralis übersetzte Beispiele der Sprachprobe dar: henerellimit, *wir verloren* (107); ten'iegerkimi, *wir wollen* (20); raxui naranmimit, *warum tödten wir?* (95); min restim, *wir werden kommen* (7). Stets adhortativer Bedeutung scheint das Suffix -xom und -mikom zu sein, welchem meist ein dem Stamme praefigirtes -m(i)n = min- verbunden erscheint, so namentlich in: mnitwamikom, *wollen wir sein*, *leben* (44); mnilxamikom, *fahren wir!* min-tawaxom, *rauchen wir Tabak!* (5); kna(?)-min-pilaxom, *lebe wohl*, *scheiden wir*(?) (6).

Dieses vor Adhortativformen stehende min- scheint überhaupt eine noch unvollendete zukünftige Handlung zu bezeichnen und namentlich in Futur-Bedeutung gebraucht zu werden, mehrere der obenangeführten Beispiele weisen drauf hin, mehrere noch liefert das Vocabular.

Die 2. Person des Plural endet auf -t, -ti, -kit, -nit und (im Imperativ) tik', z. B.: menke maraurkit, *warum streitet ihr?* (119); turi ten'iegirkiti treilkit, *wollt ihr geben?* (19); raxnut henerellinit, *was habt ihr verloren?* (106); heiwulelginit, *kennt ihr!* (172); xilxitik, *fahret!* (108); xietgitik, *fahret!* (101); xeritgitik, *gehet!* (108); xinkeketik, *sehet zu!*

In der 3. Person Pluralis sehen wir dieselbe Endung, die auch am Pronomen und Adjectivum die Mehrheit bezeichnet, nämlich -inat so: heelinat, *sie kamen* (170); inurkinat, niurkinat, *sie reden* (133, 136); ineimiketxinat, *sie sprechen* (134); nineteikinat, *sie thun*, *bauen* (55, 57, 60, 126); warkinat, *sie sind* (65).

Ausser diesen dem Texte entlehnten Formen bietet für das Tschuktschische Sarytschef (Merk?) noch den Indicativ Praesentis im Singular vom Verbum Substantivum *sein* (?). Der Vergleich dieser Formen mit den übrigen Quellen lässt jedoch die Vermuthung aufkommen, dass sie durch ein Missverständniss zu dieser Bedeutung gekommen sein dürften. Sie enthalten nämlich denselben Stamm, den wir im Tschuktschischen wie auch im Korjakischen, in den übrigen Vocabularen in der Bedeutung *essen* finden, eine Verwechselung, die durch die lautliche Aehnlichkeit dieser beiden Verben im Russischen leicht herbeigeführt werden konnte. Bei Sarytschef lauten sie wie folgt: gim atxametwirkin, *ich bin*; kxametwa, *du bist*; kaxametwirkin, *er ist* und Korjakisch 1. Person gumak kuximetwona, 2. Pers. geke lgametwagun, 3. Pers. kotwan.

Ueber die Art und Weise der Tempus- und Modus-Bezeichnung am Zeitworte lässt sich kein genügender Aufschluss gewinnen. Wie jedoch das Futurum oder die beabsichtigte Handlung durch das Praefix min- angedeutet zu werden scheint, so dürfte vielleicht auch die vollendete Handlung (Praeteritum) oder der Zustand ebenfalls durch Praefixe gan, gen, xin, ge = he und ni (?) mit suffigirtem -li = lin? bezeichnet werden, welches folgende Participial (?) Formen des Textes wahrscheinlich machen: hetuleli, *gestohlen* (111), (Wurzel tul);

henerelli, *verloren* (105); genkikeli, *gefunden* (109); muri gantimnewli, *wir haben uns verirrt* (102); ge-kmineli, *Niederkunft* (vgl. Kor. kmigin, *Kind*) u. a. Das Suffix -li weisen übrigens auch mehrere Adjectiva auf, so: ge-melewli, *gesund* (vgl. ni-melem, Adv. *gut*); axali, *böse* (= axa); xaiakakellì, *betrunken*; henpinelli, *alt* (neben änpinep).

Zum Vergleiche mögen hier noch die persönlichen Verbalformen des Korjakischen stehn, die wir aus Steller kennen lernen. Freilich wird durch das Heranziehen derselben die Annahme, dass die Personen wirklich durch bestimmte Suffixe bezeichnet werden, für das Korjakische wenigstens, noch problematischer. Es treten hier vielmehr Praefixe auf, deren einige dem Tschuktschischen zum Theil fremd zu sein scheinen. In seinen: Specimina linguarum in terris Kamtschatcicis usitatarum giebt Steller für 3 Dialecte des Korjakischen den Indicativ des Zeitwortes: *stehen*. Die Wurzel dieses Verbums -vela, -vila ist auch im Tschuktschischen gleichlautend. Wie auch im Wörterbuch bezeichnet Stell. 1) die Mundart der sesshaften Korjaken im westlichen Kamtschatka nach Krascheninnikof, 2) der nomadisirenden Korjaken ebenfalls nach Krascheninnikof, 3) derselben nach Steller's eigener Aufzeichnung und 4) der Korjaken vom Quellgebiet der Kolyma im Nordwesten des Penshina-Busens.

	Singular.		
1. hí̥mma ti̥ kotwola	3. gí̥mma tatwilátkin	4. gi̥mmu kotwilángi	*ich stehe*
2. hí̥ka kotwela	3. gí̥ka kotwilángat	4. gi̥ka kotwilángi	*du stehst*
3. ennol kótwela	3. ennol kotwilángi	4. anannol kotwolangat.	*er steht*
	Plural.		
1. múju mi̥t kotwelala	3. moju kotwilángi	4. muju matat wilálatkin	*wir stehen*
2. ti̥ku, tuiu } kotwelala	3. tóiu kotwilangi	4. tuiu katwilalátik	*ihr stehet*
3. iku kotwelala	3. ónin kotwilangi	4. ṅaiun kotwilalángat	*sie stehen.*

Die 1. Person des Singulars weisen noch folgende Verba in Steller's Specimen auf:

ich schlafe 1. ti̥ kuilkat, 3. ku jélxati̥n, 4. tu kuìlxati̥n.

ich schlafe nicht 1. úinga eilkat keti̥ki̥iti̥n, 2. ilá kitkiti̥ki̥ta, 3. uinga áilxaitka, 4. uinga aílxatka.

ich sehe 1. ti̥ kú logon, 3. ti̥ ljápatkin, 4. ti̥-lliapatkin.

ich sehe nicht 1. uinga eláuke, 2. elauki ti̥-kúnti̥ng, 3. uinga elljapka, 4. uinga elljapkati̥kitan.

ich lache 1. ti-káakatkigati̥n, 3. kakaigati̥ng, 4. kakati̥ gatatkin.

ich weine 1. ti̥-koteigati̥n, 3. te-téren gatatkim, 4. ko téingati̥ng.

Das Korjakische Wörterbuch Steller's in seiner Beschreibung des Landes Kamtschatka enthält ferner noch folgende Verba in der 1. und 3. Person des Singular:

*

ich denke	gummä ktutetkeiu	*er denkt*	ennol kutätkeijo
ich will	gummä ktuaimat	*er will*	ennol koaimatang
ich lache	gummä tkukirgergat	*er lacht*	ennol kokirirgatan
ich weine	gummä tko teingat	*er weint*	ennol ka einga
ich gehe	gummä tku lewun	*er geht*	ennol kullew
ich liege	gummä tko jiltäln	*er liegt*	ennol ko intelng
ich verstehe	gummä lijêtkuglgn	*er versteht*	ennol lijê kulging
ich habe verstanden	gummä ktu etkujun	(vgl. *ich denke*).	

Bei Sarytschef finden sich ferner noch folgende Verbalformen mit der Silbe ku- anlautend, die dort freilich russisch durch den Infinitiv übersetzt werden: ko wanneilagn, *sprechen*; ko teinaton, *weinen*; kutk̓atk̓egaton, *lachen*; koi̥atongi, *gehen*; koi̥long, *geben*; ku iltelong, *liegen*; kotlawong, *tanzen*; ku gintewong, *laufen*; ku ningen, *halten*; ku gilxatum, *schlafen*. Dasselbe anlautende ko- oder kot- bieten auch bei Sarytschef die Uebersetzung von: Krieg, Geschrei, Geruch, Freude, Schmerz, Faulheit, Kälte, Donner und andere, von welchen die meisten wohl sicher als Verba zu betrachten sind.

Als Proben der Wortbildung vermittelst der Ableitung mögen noch folgende wenige Beispiele hier Platz finden, aus tawax (= russ. табакъ) wird der Adhortativ min tawaxom, *lass uns Tabak rauchen* gebildet; aus rit, *Bogen*, rit kok, *schiessen*; aus wilut, *Ohren* (Plur.) walöm, *Gehör*, xilwalom, *höre*. Zusammengehörig sind ferner: tullaxi (= Kor. tula xlawol) *Dieb*, nä-tulaxen (adj.) *diebisch* und hetuleli, *gestohlen*; kminga (Kor. kai kimingen, kimígin) *Kind*; ge-kmineli, *Geburt*, *Niederkunft*; ki̥mi̥ etge S., goomi̥ gelli R., *gebären*; aïlgibkim, *ich fürchte* und n-aël i'àu-ken, aïlgi girgin, Adj. (?) *furchtsam*.

Erst nachdem der erste Bogen dieser Abhandlung bereits gedruckt war, lernte ich das «Tschuktschische Wörterverzeichniss von Heinr. Romberg, mitgetheilt in Erman's Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland», Bd. 19, p. 340—345 kennen. Im wesentlichen stimmen die 102 Wörter, die es enthält, ziemlich genau mit dem bisher Bekannten überein. Die Abweichungen beruhen wohl theils auf dialectischer Verschiedenheit, da sie jedenfalls an Oertern gesammelt sind, welche die mir zugänglich gewesenen Quellen nicht betreffen. H. Romberg sagt darüber, dass er sie im Spätjahr 1853 während eines viermonatlichen Aufenthaltes im Beringsmeer, im Verkehr mit Tschuktschischen Fischerstämmen an der Küste vom Tschukotskoi-Nos bis Netal gesammelt habe. Eine zweite Ursache der Abweichungen mag die verschiedene Auffassung der Laute, deren unbestimmte Aussprache namentlich hinsichtlich der Vocale H. Romberg selbst zugiebt, bedingen, wie endlich auch der Umstand, dass die meisten dieser Wörter ursprünglich wohl nicht aus dem Munde der Eingeborenen gesammelt, sondern durch die Mannschaft der am Cap Onmon gescheiterten Citizen ihm geliefert wurden, «welche 10 Monate lang unter den Eingebo-

renen zugebracht und das Tschuktschische recht fliessend sprechen gelernt hatten», als sie vom Bremer Walfischfänger aufgenommen wurden, auf dem sich H. Romberg befand. Jedenfalls ist es ein interessanter Beitrag, insofern er die Sprachgrenze zwischen Korjakisch-Tschuktschischem und Eskimo-Tschuktschischen genauer feststellen hilft und auch für die richtige Aussprache einzelner Laute sich Ergebnisse gewinnen liessen. Ich mache z. B. nur auf das häufige Auftreten des l in Verbindung mit t aufmerksam, wo die russischen Quellen nur l oder l' liefern: hatlat, *Schnee*; liltet, *Auge* und litlapetko, *sehen*; mimilt, *Wasser*; memelt, *Robbe*; gotla, *Vogel*; miltingin, *fünf*; perolta, *Additionszeichen* in den Zahlwörtern 11—14. Dasselbe erscheint auch nach k in killiktik 20. Der Nasal findet sich bald durch ng, bald aber auch durch g oder j bezeichnet; ng wird am häufigsten im Auslaute angewandt, so: jangjang, *Nebel*; jaring, *Haus*; korong, *Rennthier*; wumkong, *Bär*; g dagegen im Anlaut, in den Zahlwörtern 2, 3, 4, gírak, girŏk, giråk, j in jauan, *Weib*. Druckfehler scheint hatlat für haltal, *Schnee*; wutkau für wutkon *dies*, zu sein. Eine Bestätigung findet aus diesem Wörterverzeichniss die schon aus Raisky gewonnene eigenthümliche Grundform für 15, welche ebenso wie die auch in anderen Sprachen häufig beobachteten Zahleneinheiten 5, 10 und 20 behandelt wird.

In dem nachfolgenden Tschuktschisch-Korjakischen Wörterbuche sind vorzugsweise die Tschuktschischen Wörter berücksichtigt worden und nach diesen hat sich auch die Auswahl der Korjakischen Wörter, die aufgenommen sind, gerichtet.

Folgende Abbreviaturen sind angewandt worden:

D. bezeichnet Tschuktschisch, welches aus der durch Daurkin übersetzten Sprachprobe entlehnt ist.

a. die handschriftliche Wörtersammlung, welche Lesseps im Auszuge und in französischer Transcription in seinem Journal de Voyage T. II, p. 356—376 mittheilt.

R. = Raisky, Tschuktschisch.

Ws. = Wosnessensky, Korjakisch im Dialecte der auf Kamtschatka, an der Olutora und der Insel Uka lebenden Stämme.

S. = Sarytschef (das heisst vielleicht nicht Dr. Merk wie Schiefner durch eine Angabe Adelung's veranlasst, in seinem Artikel: «Ueber die Sprache der Jukagiren» annimmt, da Sarytschef selbst in seiner Vorrede den Dr. Robeck als Verfasser nennt, und p. 63 namentlich erwähnt, dass er Dr. Merk's Reise-Journal mit Ausnahme von einigen wenigen Zeichnungen nirgends habe finden können).

M. bedeutet Dr. Merk, aus Krusenstern's «Wörtersammlungen etc.», p. 30—44, Col. 4, welche mit der freilich weit vollständigeren Sammlung bei Sarytschef vollkommen übereinstimmt, nur correcter gedruckt ist.

V. C. = Vocabularia Comparativa.

St. Korjakischen Wörtern vorangesetzt in Begleitung der Zahlen 1, 2, 3 oder 4, bezeichnet Steller's handschriftliche Specimina linguarum in terris Kamtschatcicis usitatarum, und zwar:

St. 1. = Wörter der sesshaften Korjaken aus NW. Kamtschatka nach Krascheninnikof.

St. 2. = Rennthier-Korjaken, ebenfalls nach Krascheninnikof.

St. 3. = Rennthier-Korjaken, nach Steller's eigener Beobachtung.

St. 4. = Korjaken aus dem Quellgebiete der Kolyma, im Westen der Penshina-Bucht von Steller selbst gesammelt.

St. einem Korjakischen Worte nachgesetzt, bezeichnet das in Steller's Beschreibung des Landes Kamtschatka gedruckte Vocabular der Mundart der im Westen der Penshina-Bucht lebenden (Rennthier-) Korjaken.

Krascheninnikof ist hier fast gar nicht angeführt worden, weil seine Wörter in der lateinischen Transcription von Steller richtiger als in dem russischen Texte wiedergegeben sind.

Romb. = Romberg, im Erman's Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland, Bd. XIX., Hft. 3, p. 340—345.

Erm. = Erman's Reise um die Erde, Abth. I., Bd. III., S. 428—442 ist bisweilen für das Kamtschadalische citirt.

Deutsch-Tschuktschisch-Korjakisches Wörterbuch.

A.

Abend, argiwengin a.
Kor. angiwengin a.; aígewinge St.; St. 1. aíbi̥ngi̥t, 2. aígevinge = St. 1. aigi̥wi̥ngeti, 4. aigawiken (*spät*), aibingit D.

Abenddämmerung, wulkut wui S.; uìlkat uirkēn R. (intl wakatah M.).
Kor. wulkutwui S. M.; St. 1. nu-wúlkaki̥n (Adj.), 3. ne-wúlkhaa, 4. ko wulxatwi (= *dunkel*), vgl. St. 3. wiskatwi, 4. kowulxatwì.

Abgabe, *Jassak*, texanan a. und D., tēakḗda R.
Kor. takkanen St.; Ukin. takkaanen Ws.; Kamtsch. 2. teakunak Ws.

Ader, *Sehne*, ri̥rri̥t R. vgl. *Bogen*.
Kor. mulla-erit St. (d. h. *Blut-Ader*); *Sehne*, rötta erit St.

Adler, takkal S.
Kor. tilmetuil, St. 1. ixúlan.

Alles, omulo D. vgl. *ganz*.

Allerlei, *jeglicher Art*, amel weline, amelwelini̥, amelwelini D.

alt, heinpinēwli S., ēnpi̥nelli a.; *alter Mann*, xlawol anpinep D., enpna aźgin R.; Ukin. enpo klawul Ws.; *altes Weib*, an pinew ren pïneli D., empinēo R., Ukin. enpo neew Ws.
Kor. pinin S., ēnpan a. änpän, änponäli St., enpen Ws.

Anderer, ein, kól R. vgl. *Grenze*.

anspannen, *einspannen*, ki̥lxètge R.

anzünden, mi̥n enleòitin R.

April, gró elgin d. h. *Rennthiere kalben*(?) (vgl. *3ter Monat*).

Arbeit, l'ongwat a. (vgl. *Tag*), tiretirkigsin a., ni temingatim S. (vgl. *bauen*, *machen*).
Kor. iaxikat gi̥gi̥n a., xi̥egikati S.

Arm, s. *Hand*.

arm (Adj.), uóken R.
Kor. iei-wakegan St.

Arzt, aàtkink R.

aufgehn, *der Mond* —, katame gantole D.
Sterne —, aner aner gantolené D., vgl.
Kor. ki̥migin gantolen, *ein Kind gebären* S.

aufladen, *aufpacken*, mniēngénat R. (3. P. Pl.?).

aufstehn, kai èugei R.

Auge, lil älgin a., lillá algin R.; Plur. lilet D. lillet S. und V. C., liljets, lillet Romb.
Kor. lilalgin a., lilat S., St. 1. lelat, 3. leliáugui, 4. lalat. Kamtsch. St. 3. elljada, 4. ljulna, ello a., ljo S., liilld Erm., eled V. C.

Augenbrauen, kikegen D., rilgut S., riilgut R.
Kor. kikegen V. C., likwet (statt ligwet?) a.

Augenwimpern, wirwit (= *Haar*), lill-argi̥t S. M.
Kor. illä kigit a. (etwa für illä gigit?), (r, welches oft mit b und n im Manuscript alternirt, mit ч verwechselt).

auseinander, amiianda R. vgl. *wo*, *überall*.

auslöschen, ēpín kulin R.

ausreissen, iétkeni R. vgl. *rauben*.

Axt, Beil, x'ialgate a., algate b., algatta S. und M., aleato Romb.

Kor. x'aal a., aall S., St. 1. aál, 3. alal, 4. áal; Ukin. aalaal Ws.

B.

Bär (schwarzer), keinin D., kēingin S. M., keēn'gi̥n R.

Kor. kainin S., St. 1. kaiingen, 3. keingin, 4. kéingin; Ukin. kainen; Olutor. kiinin Ws.; Kamtsch. eakankig Ws.

Bär (weisser), Eisbär, komkò R., wumkong Romb., nigixin umxa D.

Kor. Ukin. umxa Ws.

Bärenlager, Höhle, kaín-i̥ra R.

barfuss, e-pleék R. vgl. *Stiefel*.

Bart, 1) lélut a., leélleut R. (*Schnurrbart*).

Kor. lēlu a., St. 1. lelu, 3. leljúgui, 4. léljut, welupē S.; Kamtsch. ēllud a., luol S., St. 2. elhúda, 3. elluda, 4. ljúilna.

2) walkal-örgiid M., uàlkel irgin R. (= *Kinnhaar*).

3) illi hirgi̥k S., illi hirgi̥n R. (= *Wangenhaar*).

Bauch nanxin a. D. V. C., nankiin M., naatkin, ēttooǩxín R. vgl. *Pfeil-Berge*.

Kor. nanxen a., nan xan S., St. 1. nankan, 3. und 4. nánxan, vgl. *schwanger*.

bauen (= *thun, machen*), 3. P. Pl. ninetekinat (= *Arbeit*), mi̥nteiki̥mit S.

Kor. kūiexiǩelangi.

Baum (u. *Holz*)), ut-tugut a. D., utuut M. S., úttut R., wut-wut Romb., ke ēu R.

Kor. ut'tuut a., utuut S., St. 2. utte-pel (*kleiner Baum*), 3. uttúgui, 4. úttugut; Kamtsch. St. 1. óo, 2. u. 3. uuda, 4. uu Erm. S. M.

Baumrinde, iomut S., étkalgin R.

Kor. iomgo.

Baumstamm, utte xai geǩwili a.

Kor. tatxub a.

beabsichtigen, treen ǩimomum R.

bedauern, gilló irkin R. vgl. *unglücklich*.

Beeren, Früchte, wunelgin M., wulnelgin S., wunnäxä a., vgl. *Preisselbeere*.

Kor. iwenut (Plur.) S., ewi̥nnak a.

begegnen, mila uilúmik R.

beschlafen, n'ēoen-vitkulin R. vgl. *Weib*; vgl. Kor. nau wingautin, *Hochzeit* St.

Berg, neit a. M. S., gneetí R. vgl. *Hügel*.

Kor. St. 1. náiu, 4. gukkon (= *Stein*), ki̥eiu S.; Ukin. nēina Ws. *Bergkette*, nei sugun Ws.; Kamtsch. neit Ws. S.

Biber, pelóktè R.

Bibergeil, ti̥rki̥t R.

billig, mu augíllen R.

binden, kogutxen R., *einen Knoten knüpfen*, kollètxen R.

Birke, uilgil R.

Kor. St. 1. lúgun, 2. vi̥lagi̥n, 4. ujilgan; Ukin. ulgi̥l Ws.; Kamtsch. ted ki̥lk Ws.

Birkenrinde, úrź iljin R.

bitter, ni-ǩimēkēn R., axa vgl. *Brandtwein, schlecht*.

Kor. no-maia-kan, vgl. ni ǩaeśak, *süss* St.

Blätter, xoxongata, wi̥twi̥t S., uítwut R.

Kor. wutuuto a., wi̥toi̥t S., gútuut St. 1. ottogot Erm.

blasen, mentóen R.

blau, himmelblau, nuntè ǩirrakē R. vgl. *glänzend*.

Blick, lil'ē-netk R. vgl. *Auge*.

Blitz, ilake S. (vgl. *Schnee*), ǵeinn'źin, ǵeinźin R.

Kor. ilka S., kigi gilan a., milxr ilaxai V. C., miling-iglo St., St. 1. ku mi̥lgi̥lat, 4. mílgan vgl. *Feuer*.

Blut, mullumul a., mullimul M., mullämul R. Kor. mullumul a. St., moblemul S.

Boden, *Grund*, kaalt-ēn R.

böse, *schlecht*, axali a., teguel Less. Kor. x'iait'kin (*schlecht*), tatch guiguin Less.

Bogen, rit a. D., ritt M., erìt R. Kor. St. 1. igit, 3. u. 4. ejit, evit (für erit?) St.; Kamtsch. St. 4. kik, Erm. ekit, *mit einem Bogen schiessen*, rítkok R.

Boot (*Baidare*), at'wut, hetwut D., hätwut M. S., etuèt, ètwet R., hetwet Romb., *kleines Boot*, enda hättwul M. Kor. atoat S., attwut a., St. 3. átwut, 4. agwuat; Uka. *Leder-Boot*, *Baidare*, nēlg atwin; *kleine Baidare*, ma atuwe; *hölzernes Boot* attuwi-attuwe Ws.

Brandtwein, axa-mimil a., eèkei-mil R., aekai mimil Romb. (d. h. *bitteres*, *böses Wasser*. Kor. eka memil a., akä memil Erm., St. 1. memil uhakap, 2. eká mimel, 4. áka mimel.

braten, *gebratenes*, ni kēénkin R.

brechen, *zerbrechen*, min' emleàn R.

breit, n'ugumxin a. vgl. *dick*, nirkuxen S. Kor. nalamxin a., nikioxen S.

Brodt, *Mehl*, pintè kikik R.

Bruder, ikamitumgin M. S., ikamittungín R., xaitakalgin a., gisametimjun (kasamatujun?) Romb. Kor. xaitakalgin a., ixaitakalgen S. *älterer Bruder*, St. 1. enínela, 2. enínezia, 3. jelálgan tómgan niméankin, 4. niméankin kaitakálgen (s. *gross*); *jüngerer Bruder*, St. 1. ellángi, 2. etkángi, 3. jelálgan tómgan oppúljoken, 4. nippúloxen kaitakálgen; vgl. *klein* und *Schwester*; kaita kal'n Ws.; Ukin. ē-samma-kal'nin Ws.

Brust, mako M. S., maáko R. Kor. máku S., St. 1. uákin, 2. máku, 3. gojétgingin, 4. wajéttigi; Krasch. uákim.

buckelig, kanèelti R.

D.

Da, *sieh da!* not'xan a., wotxan S., uotkén R., wutkau, utkan Romb., nanxan, nan'xan D. Kor. wotkun S., hut'tänno a.

Dach, *Deckel*, kauērgáiten' R.

damit, *auf dass* t. Conj. titä = *wenn* D.

Dampf, nil'nin a. = *Rauch*, xauekarkin S. Kor. kipil'ating a., konglaton S.

danke, *ich* — inen rèukei R.

dann, *alsdann*, iñan D.

Darm, naanúija R.

das, Pron. = *da*.

Darlehn, *leihen*, aakin R.

December, ímpelulä R.

dein, Pron. poss., xinin D., gutnin Romb.; Kamtsch. knin St., knign Krasch.

dicht, niímkei R. vgl. *breit*.

dick, n'umxin a. = *breit*. Kor. noum'xin a.; N. Kamtsch. naumkxen.

Dieb, tullaxi M. S., tóla-klaul R., ni tulaxen a. Kor. tula-xlawol S., ku-tula gaïteng a. vgl. Ukin. tul'xa pipiakilni, *diebische Maus* Ws.; N. Kamtsch. tulaalan S. vgl. *stehlen*.

dieser, in'xan a. D., Plur. inxanat D.; *dieses Weib*, inxan newan a., elléen R. Kor. ēnno a.; Ukin. ānno Ws., enno newit'xet, *dieses Weib* S.; Kamtsch. ēnna S.

Donner, urgirgerkin M. S., gílkeèl, gillke-au R., jegilkegio St. bei Klaproth. Kor. kihigilan S. Klapr. kihihelan. Kolyma, kiigala; Karag. kihal, kigigil ha tilgiwih; St. 1. kukihílaati, 2. kiíhala, 3. kigigatikín, 4. kigígelan.

doppelt, *zwiefach*, nirēka R., s. *zwei*.

dort, *dorthin*, in'-ki D., nenko a., nen'ko D., nenku S.
Kor. nan'ko a., nenko S.
draussen, norgin, nargin D., s. *Luft*.
drehen, raolmak R.
drücken, *pressen*, ílgipelen R.
du, gir a. D. S., gürr M., gin R., gut Romb.
Accusat. (*dich*), girge D.
Kor. gitke, gika a., gitka S.; Ukin. gitti Ws.; Kamtsch. kiź, kiźa Kr.
dünn, *fein*, niitkiin M.
dumm, niuraxkin S.
Kor. atkan.
dunkel, wuk kumkiku S., uílkat R. vgl. *Abend*.
Kor. liubitkok S., St. 1. nuwulkakin, 3. newúlkaha, 4. kó wulxatwi.
Dunst, xauekarkin M. = *Dampf*.
Durst, giigirkin R.

E.

Ehe (Subst.) *heidnische*, ngau tēnk R. vgl. *Weib*; *christliche*, vgl. *Heirath*, pankái-pakai R.
ehemals, *sonst*, telènkei, tēlēn'èk R.
Ei, liglig a., ligli S.
Kor. ligli a. S., St. 1. liglix, 3. liglígu, 4. ligit (Plur.); Kamtsch. St. 3. lilida, 4. lagileh, vgl. Kor. *Fischrogen*, St. 1. lelingen, 3. lingláue, 4. lelgin.
Eichhörnchen (*Sciurus*), ráula R.
Kor. St. 2. lawúlla, 4. ljawúlljaang.
einathmen, nēorgin R.
einspannen, s. *ausspannen*, kilxétge R.
einstmals, *früher*, et'tiol D., hättol M. S. *neulich*, vgl. *künftighin*.
eintreten, trerèskaugēi, Perfect. trèskaugēi R.
Eis, tintan' a., tintin M. S. und Romb., tiintin' R., St. 1. Klapr. ilgil.
Kor. xillegil a., gilgil S., vgl. *Hagel*.

Eisen (*Metall überhaupt*), pilwuntin S., pilhuntin, pel'uínt-ēn R., pilgintin Romb.
Kor. pilwunto S., St. 1. pilhúnten, 3. polguntin, 4. poluwento; Ukin. pulgwinten Ws.; Kor. plunt St., vgl. *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *schmieden*.
Eiter, rák-ēt R.
Ellbogen, kirwigelnin a., kirwuette S., kirwuetta M.
Kor. kikuwet a., kiurdem S.
Ente (*Vogel überhaupt?*), galga S.
Kor. ugeligalpi(l) S., St. 1. galle, 2. ugalgapil, 3. u. 4. galgapil (diminut.); Kamtsch. galgagalx.
Er, Pron. Pers. = *dieser*, inxan, in'xan a., Accusat. inxan, inxani D., inkhan M., ellèon R. s. *dieser*.
Kor. enno a., ennol Kr.; Ukin. an-no Ws.; Kamtsch. enna Kr.
Erde, *Land*, nultenut a., nutenut M. S., nutekkèn R., nuteskin Romb., vgl. *Graben-Höhle*.
Kor. nutel'xen a., nutelxak S., St. 1. nutélekan, 2. nutálxan, 4. nutelxan; Ukin. nuteluxan Ws.
essen, mitxamitwamik (Adhortativ?) a., minkamet xó R., xaxametwa (Imprt.) D., nakimetuak, kometkua (?) Romb., minxametwamik kinemal, *lass uns miteinander essen* D., vgl. *füttern*, und die Formen des Hülfszeitworts *sein*, nach S., St. bei Klapr. tekikgin, s. *Fleisch*.
Kor. mew'jik a., St. 1. wéwuik, 2. kotua, 3. káudi, 4. káwiggi, vgl. St. bei Klapr. kinnigwa, vgl. St. 2. xamétwa-iula, 4. xametwa iolgen (*Ess-*) *Tisch*.
euer, Pron. Poss. túrgin R.
ewig, xonpo D., konpu R., *ganz und gar*.

F.

fahren (*führen*), возить, mnenxaimuk (Adhortativ?) S. *reisen*; *Wohlan! reisen wir* = tok! mnil xan mik, mnil xan mikom D., mnilxam kin'mal gim, *ich werde mit dir reisen* D.

Kor. iekenglo S. Kor. St. 1. attahakan minalakala, 2. koáta kihekengelati, 3. u. 4. manalxala, vgl. *gehen*.

zu Boote fahren, 1. Ps. Sing. nileiwim; *wo fährst du hin?* minkri nilei oulxin D.

fangen, applì R., vgl. *Fischnetz*, pik̄igik̄iàk-ēn R.

faul, *verfault*, ge úulellin R.

Faulheit, *Trägheit*, telunga a., kitxigá uellen, (Adj.) ni kitxilgàuk-ēn R.

Kor. ku lumga tong a.

Feder, tegēl a., ting M. S., St. bei Klapr. gitk̄äl.

Kor. tegelin a., tin-galgit (*Vogel-Feder*) S., tägalning St., Lamutisch dēlē.

Feiertag, agagēlgúr R. (vgl. *Gott*).

Feind, *Gegner*, akgal S.

Kor. tangitan S.

Fett, *Rennthier* —, ipáilgin, *Seelöwen* —, min'kamit R.; Ukin. matk̄kumat Ws. vgl. *Thran*.

feucht, niiaxan a., neaxan S.

Kor. nixalin a., nilaxen S., St. 1. niílakin, 2. hiitkajauli, 3. mong mimel (s. *Wasser*), 4. gitka jéwlen, vgl. *nass*.

Feuer, eék R., milgimil a., milgimil M. S., ērk, djindjin Romb. vgl. *Blitz*.

Kor. milgin a. S., St. 1. milugan, 3. u. 4. milgan, milgin Ws.; Ukin. milguppi, vgl. *Sonne*, *Mond*, *Heerd*, *Blitz*, *Russe*.

Feuergewehr, *Flinte*, milgi(ir)rit = *Feuer-Bogen*.

Kor. millo goi St., Kor.-Ukin. rittit Ws.

Fichte, *Pinus*, iènkit D. u. R.

finden, *alles ist gefunden*, omulo henk̄ik̄eli D., vgl. *zeigen*, *suchen*.

Finger, gilgít a., rillgit M. S., religit R., St. bei Klapr. a-tilgin

Kor. ielgit a. (Plur.), illegu (Sing.) S., St. 1. gelugu, 2. géligat, 3. tilgúgui, 4. jilgat; jilgalgin St.

Fingerhut, weliwel D., vgl. *Glocke*.

Fisch, innä a., enna M. S., enneén R., in'nen D., wekan, werkan Romb.

Kor. inna-en a., innen S., St. 1. énneön, 2. énnaan, 3. ennem, 4. inut (Plur.).

Fischbein, wiwit, wiowit Romb.

Fisch-Netz, enne-kuuprö R., kuprin Romb., vgl. *fangen*.

Kor. geginni St. Ukin. mikingin, illaingin Ws.

flach, *seicht*, he mik̄xeli D., vgl. omik̄s-kelen, *tief* R.

Fleisch, tirgitir M. S., teekik̄kin R., tēkík̄xen R., iteśun Romb.; = *Speise*, tekik̄gin a., vgl. *Stück*; *Rennthier-Fleisch*, xorana tekik̄gin D., xoratol a.

Kor. xoietog'ol' a., xoiata-ul S., kojaetol Erm., St. 1. xojátaul, 3. kojétol, 4. kojetawul.

Fliege, mren a., vgl. *Mücke*.

Kor. mien S., hialamit a.

fliegen, nriin èken R.

flüssig, nitkin S. (vgl. *feucht*).

Kor. nigitkin S.

Fluss, tau kentòe R., wejem a., weijem M. S., Plur. wesmit, wesmet D.

Kor. weiem a. S., St. 1. uéjem, 3. gójem, 4. wíēdem; *kleiner Fluss*, St. 1. kái hojampil, 3. gójem-piling, 4. eppúloxen wejem-pil; gop wojäpil St., uējem Ws. = Ukin.

*

Fremder, tumgin, vgl. *Bruder*, *Freund* und das Pron. Poss. der 3. Pers. Sing. *sein*.

Freund (*Verwandter*), 1. inaglä M. S. 2. tumeutom, tumeitom, tumgutom D.; vgl. tungin, *Verwandtschaft* Romb., *lasst uns Freunde sein*, kinmal min-tumgimok D., tum-gitum Ws. *Mensch*.

Kor. enaxlek S., ennaxläk St.

Friede, min wi̥limi̥k a., (Adhortativ) *lasst uns friedlich sein*, min melewi̥mi̥k D.

Kor. mitangietwela a.

frieren, *frösteln*, tē uérken R., *gefrorene Erde* xīťgak R.

froh, tengegiarkin, tengegiarkimi̥t, *Eintracht* a., vgl. tēi kirkin, *sich versöhnen*, geraitiin S. vgl. *wollen*, kargánettin R.

Kor. tēgēnewok, kowelewlangi a., gailelin S.

Frost, *Kälte*, *kalt* k̓agk̓en, k̓axk̓eng a., k̓áxk̓a, k̓axkan gerkin M. S., koe-koe Romb.

Kor. xiialgin a., śialgin, xodśkadow S., St. 1. ník̓akki̥n, 2. nakájalgaki̥n, 4. kokájalgáti̥ṅ, kokēialgati̥n Ws.; Ukin. sakśśen Ws. *Reif*, erź-śalkin Ws.

Früchte, wunnäxaia a.

Kor. ewi̥nak a. vgl. *Beere*.

Frühling, niwlewrugua S., niwlewrugui M., ni ulèukan R. *März*.

Kor. kitkil S.; Ukin. apnok Ws.

Fuchs, iaáiol R.; *schwarzer* —, niuxin iaiulgin D.; *rothe Füchse*, k̓eleat iaolgit D., keipal Romb., kekokalgin M. S., rikoinélgin R.

Kor. i̥aial S., St. 1. jáiun, 2. tatol, 4. jaiol = Ws.; Ukin. tat-tol Ws.

Fuder, mgul S.

Kor. nik̓uxen S. (= *schwer*).

führen, *fahren*, gerewuli a.

Kor. kuenginin a.

fürchten, aïlgígi̥rgi̥m R., taïlgàurkin, *jagen* R., naēljá-ukēn R.; *ich* —, aïlgibkim D.; *fürchte nicht!* aïlgawi̥ka, inge aïlgawi̥ka, in'ne-aïl'gairka D., *wir fürchten nicht* xrim aïlgawi̥.

füttern, nek-xamitwatik S., kan-xamítwa-ugen R., vgl. *essen*.

Kor. neogeén S.

Fuss, hi̥tkalgin a. D., hiittkalnin M., hi̥tkalnik S., hitkaáti̥ R.

Kor. hi̥tkalgin a., hi̥tkalnin S., St. 3. hitkáuge, 4. hí̥tkat, itkalgning St.; Kamtsch. St. 1. k̓ukúada, 2. u. 3. kathánna, 4. katxádda.

G.

gähnen, vangillalä M. S., huēn ela eìrkin R.

Kor. ku-wegen S.

Gans, ēitut M. S., eítēt R., St. bei Klapr. eitogit Anas bernicla, казарка R.; *Anser ferus*, гуменникъ, káptet R.

Kor. ituit S., St. 1. heituait, 3. etugui, 4. etuguit; Ukin. etuèt.

ganz, omellen D. vgl. *alle*, konpu R. = *ewig*.

Gast, rēēmki̥lei R. Plur. remkit D.

gastfrei, raamki̥lei eten'ati̥nkēn R.

gebären, kiigmiietie M., kimietge S., vgl. *Geburt*, *Kind*, *Knabe*.

Kor. ki̥migin gaitolon S., vgl. *Geburt*, *Aufgehn*; *geboren werden*, goomi̥ gelli R.

geben (*schenken*), milgimik S., miílgit R., melpín rēgit' R., Imprt. xi̥lgin M. S., ketam a. u. D., gita, kita Romb., ketai min-tawaxom, *gieb Tabak zu rauchen* D., *gieb*, *schaffe!* xretgin D., Plur. xretgitik D., Inf. (?) treil'kit D., *sie geben* (*zahlen*) treiginat D.

Kor. xineēlgi *gieb!* a.

Geburt (*Niederkunft*), gēk minelli a.

Kor. kmiga talan, s. *gebären*.

gehen, mi̥mk̓eigutkú, mneguémok (Adhort.)

R., mniilxiitom R., mnilxit S., Imprt. *geh!* x'iel'kit, xil'xit a., xilkit, xilxit, xilxit D., kalkétxi R., kalkget S.; Plur. *gehet!* xilxitik D.; Perf. *wohin gingst du?* minkri xitirkin; *ich ging dahin*, nenxo xitirkin; *warum gingst du nicht?* raxu a xitirka D.

Kor. St. 1. minnahakaula, 2. wiikita xalkat, 3. u. 4. kalláiwuge; Imprt. xallixatigi, x'ellexatixi. a., vgl. *fahren.*

geh weg!, *fort!* xoro D. S., korò M., korokoro Romb., (*kommen*) tam Romb., *geh hinaus!* kontúr Romb.

Gehirn (*Mark?*), komil R.

gelb, nuutelgraxen St. bei Klapr.

Kor. St. 1. lílil, 3. nigilkaxain.

Geld, kelít-ul R. vgl. *Papier.*

genug, ratan'oúngēn, min' pámok R.

Geruch, wuie girgin a., vgl. *sterben*, *Tod*; täkerkin a.

Kor. kot'keng a. wniwi St., xuiiwi koligeng.

Geschenk, eenníulin R.

Geschrei, niketem-erginēt (3. Pers. Plur.) a.

Kor. kukom'galagi a.

Gesicht (*facies*), l'ogolxil a., leolxil S., ioólk-en R.

Kor. l'ogulxal a., lulxal S., laauxal St.

gestern, aiwo D. M. S., aiug-è R., aijua, aijut Romb.

Kor. aigwe S.

gesund, hemelevli a., emilelli S.

Kor. hemeleswuk a., emilelli S.

giessen, nekutänet a., xatagin S.

Kor. kutagjangin a., xitagi S.

Gipfel, gaēt'kín R.

glänzen, ntket-kigr-rak-ē R. vgl. *blau.*

Glasperlen, kemul kil'ilalgin R.

Glocke, weniwen D., uēnì oēn R. vgl. *Fingerhut*; koónko R.

Gold, kédlo pilwinten a., killò pelgunten R., d. h. *rothes Metall*, s. *Eisen.*

Kor. elni pelwuntin.

Gott, en'ega a., engeng M., ēēngéng, ēēngá, en-en R., anen D., vgl. *beten*; *Schöpfer*, tenan tóumgen R., vgl. *Freund*, *Feiertag.*

Kor. angan, kamaklio a. u. S., aann S., St. 1. kúi kiniaxu, 2. ángan, 3. éngang, 4. angang; Ukin. ēēngēn Ws.

Grab, uttēt eì uikin R.

Gras, *Gewächs*, wagailing a., wagaiiling, waailin D., wehei M. S. uail'gín R.

Kor. whixai a., waaie S., St. 1. úiai, 3. u. 4. wiaì; Ukin. wiiai Ws.

Grenze, koliuarátén n'utēnek R., vgl. *Anderes Land.*

gross, ni-meianxin a., nii-mejenkin M. S., nime-enxin D., nemeènk R., f. g. *eine grosse* — meinik-én R.; *ich bin ein grosser Häuptling*, gim meini arem D.; *grosser* (*starker*) *Sturm*, meni wuial D.; *starke Stimme* (*Bass*), men'ge kúil'igin R.; *grosse Sonne* — *Kaiser*, tirke-men D., kurlo, kutlo Romb.

Kor. ni-meianxin a., nimaenxin S., St. 1. neméjankin, 3. niméjankan, 4. niméjankxan.

Grossmutter, nge-u mírgir R.

Grossvater, miírgin R.

Grube, *Graben*, niwlexśin nutergin a., ergili R.

Kor. notagilgigin, solwuiolgin a.

Gruss, (*Begrüssung*), tóroma R. (wohl aus dem Russischen здорово!).

grün, turjegeì a., vgl. *jung.*

Kor. tuiewegai a., vgl. *Gras*; St. 1. nuuteliak, 2. apélia.

Gurt, irit D. M. S., rírit a., riigit R., rizit Romb., kiikit R.

Kor. igit a., iśt S.; Ukin. rattonan Ws.; Kamtsch. sśitit, siitit a., śit Ws.

gut, mik̄in'ki R., mak̄inka M. S., mazinka Romb. = Eskimo-Tschuktsch. nimel'-xen, nimel'-xin a.; *ein guter Dolmetscher*, nimelxin illilit D.; *gutes Wetter*, one nimelxin D.

— Adv., nimelem D.; *seht gut zu!* xink̄ik̄etik nimelem D.; *seien wir gut!* nimelem mnitwamikom D.

Kor. nimelxin, malgigin a.; Ukin. namel' a. Ws.

gutmüthig, nitēnk R.

H.

Haar, kirwit a., kirwit M. S., kir guittì R., vgl. *Augenwimpern*, *Bart*.

Kor. kätk̄uwii a., kitk̄uai S., St. 1. kik̄ihùi, 3. kik̄uwirut, 4. kik̄iwuiti; kik̄ugei St., vgl. *Augenbrauen*.

Haarflechte, kittèl-ētē R.

habsüchtig, *gierig*, ni-ellékin R.

Häuptling, *Herr*, arem D., erem Romb., ermik̄en S.

Kor. aímak̄an S., St. 1. aimak̄an, 2. aímak̄lau (s. *Mensch*), 3. etínna, 4. etínowe; Kamtsch. St. 1. arm, 2. annánim, 3. alánam, 4. allánim; aiïm St.

hängen, kaimè-en R.

hässlich, hētkin a.

Kor. x'iat'kin = *böse*, *schlecht*.

Hagel, gegeli roit'tä (*gefrorener Regen*), wuiwu a., eteinge M. S., tiimpinérung R.

Kor. nikle-ut a., huina a., St. 1. níkleaut, 2. nékleuen, etengi S.; Ukin. neklegin Ws.

Hals, ingik a., gitten S.; St. bei Klpr. iityg.

Kor. ennaian a., iinnaiak S., heiningil St.

halten, kxere S.

Kor. kuningen S.

Hammer, trepangan Romb.

Hand (*Arm*), (Plur.) mingit a., mingit S., mennigìt R., Plur. mingilen D.

Kor. minnagalgin a., minneget S., St. 1. mánnagilgen, 3. manguugui, 4. minnagat; marilgan St., (der Singular mengak vgl. das Zahlwort 5), vgl. *Spange* und das Zahlwort 10.

Hand, *hohle* —, *ein Handvoll*, gēpiríllin R.

Handschuh, tilit Romb.

handeln, *Handel treiben*, Imprt. xiwilutkin D., 3. Pers. Plur. min wilutkinat, wilewilutkinat, Adhortativ 1. Pers. Pl. minwilutkimik D., mni-guiligmuk R., vgl. *Kaufmann*, welikok-kläul R.

Hase, miliit M. S., mel'otálgin R.

Kor. miliut S., St. 1. milut, 2. míljut, 4. miliútan; Kamtsch. St. 1. miiśk̄ik̄u, 2. bilk̄, milk̄uk̄, 3. minxlk̄, mintjahal.

Hase, *daurischer* (еврашка), ilául R.

Kor. il'aiil Ws.; Ukin. il'a wi Ws.

Haus, *Jurte*, eranga S., iaargín' R., Plur. iarat D., wal-xarat a., jaring, jaronga Romb.; *nach Hause*, iaraite D., iárahit-ēn R.

Kor. iaiang S., St. 1. u. 4. jajan'ga, 3. walxajan; Ukin. raata Ws.

Hausen (*Acipenser*), puúrēk R.

Haut, *Fell*, nälgin a., gilgin M. S., xulgin St. bei Klpr., aikuilt Romb., nèïlgin R. *Rennthierfell*, vgl. *Boot*, *Baidare*.

Kor. nalgin a., naigen S., nalgan Kr.

Heirath, matarkin a., nautirkin S. vgl. *Ehe*.

Kor. ko-nautigin a., nauwingautin St., koñafting S.

heiss, *siedend*, nitēlkēn R., tellogoek Romb., s. *Hitze* und *lebendig*, oomóm R.

hell (*Licht*), xergixei a., gergrole S.; *es wird hell*, — *taget*, argrolin S., vgl. *hinauf*.

Kor. xek̄gixei a., nukigika S., St. 1. neki-

haki̥n, 2. netgátakítan, 4. kek̆igáti̥ng; Ukin. ētgiēt (*Licht*) Ws.

Herbst, gitxa S., nēērgēr R.

Kor. gitaga S., gottega St.; Ukin. gi̥tga Ws.; N. Kamtsch. 1. kitxel, 2. ktxile S.

Herd, milgi-piolgin a.

Kor. melgi piulgin a., millo-piligo St. D. R. *Feuer-Kehle* (?); Kamtsch. oioiolgin S.

Herz, li̥ngli̥ng a., lin'ling S.

Kor. lingling a., lingelik S., St. 1. lingelin, 3. u. 4. linlin; Kamtsch. St. 1. li̥tang, 2. lingulguk̆, 3. lugolguk̆; lingling S., vgl. *Ei*.

heulen, koalálrkin, S. vgl. *Stimme*, ternatirkinat (3. Ps. Pl.)

Kor. koteïn'gati̥ṅ a.

heute, iginet D., igni̥t S., ingi̥t R., ijut Romb.

Kor. ek̆igi S., St. 1. ek̆igi̥, 2. uk̆ék̆ih, 3. gulin hallò (s. *Tag*).

hieher, nanxo D. = *da*.

hier, wutku a. M. S.

Kor. huitku a., gutku S., vgl. *plötzlich*.

Himmel, xiigin a., jing M. S., eeèk R., eixi St. bei Klpr.; *gen Himmel*, igin-ete D., vgl. *Nebel*.

Kor. xiigan a., i̥ean S., St. 1. xáian, 2. íiahan, 3. u. 4. ian; ēian Ws.; Ukin. ēiēn Ws.

hinauf, gi̥rgol R., vgl. *hell*.

Hirt, ingiw, S.

Kor. kuniung S.

Hitze, nitilxin a., nitēlken R. = *heiss*, kuinik̆kit St. bei Klpr.

Kor. kutigēleton a.

hoch, *Höhe*, niwlixin a., niwuken S., niwukxun M., n'eukóken R., St. bei Klpr. ni̥ti̥gi̥l gi̥nnoxin.

Kor. nigi negalloxen a., niwulxin, nimxun S., St. 1. ni-ulaki̥n, 2. negéngeloxen, 3. ní-ulakaïn, 4. ní-ulaxaïn.

Höhle, nutergin a., vgl. *Grube*, ergili S., St. bei Klpr. nutagâul, niwlex ś-nutergin V. C., vgl. *Bärenlager*.

Kor. solwuiolgin a., ilgili S.

hören, *horchen*, wiluts Romb., Imprt. xi̥l-walom D.; *Gehör*, walum a.

Kor. tiko walomi̥ng a., vgl. *Ohr*.

hörbar, *laut*, maini uèt'xau R., vgl. *gross*.

Holz, utit a., uúttuut R., wutwut Romb., d. h. *Bäume*, *Wald*.

Kor. ut'tu a.

hölzerne Häuser, ut'tuhut iarat D.

Horn, aiwalxi̥l a., ritten R.

Kor. iinnalgin a., iennet S.

Hosen, *Beinkleider*, xonaïti D., konaittà R., konáittē R., koneitis Romb.

Kor. St. 1. 3. u. 4. xonáiti̥; Ukin. konai Ws.; Kamtsch. St. 1. kóau, 2. koüáu, 3. kouge, 4. koua.

Hüfte, aai málkal R., vgl. *Lende*.

Hügel, neit'tä-pel a. = *kleiner Berg*.

Kor. tenup a., hénnibet ki̥iu, 2. tenup pelaku, 4. eppúloxen gukkon (= *kleiner Felsen*).

Hund, hēttän' a., hetten S., ettän R., ethet Romb. (Plur.).

Kor. xiattaan a., attan S., St. 1. hettaan, 3. atàn, 4. attahàn.

Hundeschlitten (нарта), etta-ettìk R.

hungrig, xitēlen R.; Ukin. mēwguēk Ws.

Husten, tē-igé R.

Hut, keelē, kalē Romb.

I.

Ja (affirmativ), ē a., i M. S., ii Romb., enní R.

Kor. ē a.; Ukin. ka Ws.; Kamtsch. ē S. 3.

Jahr, giud' a., hiut M. S., giwut D., xiunenetti R.

Kor. giwigiw a., niwigit S., St. 1. gevégin-gan, 2. givin; Kamtsch. giwigiw S. 3.

ich, gim a., gim M. S. u. R., gum Romb., Accusativ u. Adessiv gimga kake D.

Kor. gom'ma a., gommo S., St. 1. himma, 3. gimma, 4. gimmu; Ukin. gummu Ws. Kamtsch. St. 1. kemma, 2. kómha, 3. kimma, 4. kimha.

jeder, geum geníken R.

jetzt, etkigi a., vgl. *heute*.

Kor. etkigi a., ginmil S., d. h. *zugleich*, *sogleich*.

ihr, Pron. Pers. s. 2 Plur. turi a., turi D., túri R., ture Romb., turri M. S., *euch*, Dat.; *zu euch*, torekaete D.

Kor. tuiu, gika S., St. 1. tiku, 3. toiu, 4. tuiu; Kamtsch. St. 1. suź, 2. suźźa, 3. tuzza, uźe Ws.

ihr Pron. Poss., 3. Plur. inik D.

immer, amkónis R.

in (Postpos.?), kxaxu S.

Kor. wgai.

Insel, ilir S., Plur. ilirit D.; *auf den Inseln*, iliraitei D.

Kor. illi; Ukin. śemen Ws.

irgend Etwas kleines (*Kleinigkeit*), (Plur.) raxnut pel D.

jung, horadkek a., orakik M. S., oratkik, aratkik D., tooraákik, toorákik R.

Kor. hioiakik a., tuiaiakik S. St., oiatkan; in Compositis: xaja-kai-, vgl. *Mädchen*, *Knabe*; Ukin. tor-gorasek Ws. *junger Mann*, tur-newan, *junges Weib* Ws.

K.

Kahlköpfig, gaakargole R.

Kaiser, tirke-men D., d. h. *grosse Sonne*, tiirkerèm R. = *Sonnen-Herr*, Dativ tirke maite D.

Kaiserreich, tirkèrmi nutékken R., s. *Erde*.

Kamm, mekúnä R.

Kampf, pilwut kuxinat a. (3. Pers. Plur.) vgl. *Eisen*.

Kor. kiewun S.

Kanone, rit'watir D., vgl. *Bogen*.

kauen, *beissen*, mnelóen; Imprt. níréliokatkin R.

kaufen, Imprt. xirkundi D.; *was hast du gekauft*, raxnot herkoli D.

Kaufmann, welikok-kläul R., vgl. *handeln*.

Kehle (*Röhre*?) pilgin a. M. S., pilljin R.

Kor. pilgin a., pilgan St., vgl. *Heerd*.

kennen, *wissen*, mniiúlati R., 3. Pers. Plur. neiwuletxinat, neiwulexinat, heiwulen'ginat D.; *sie kennen dich nicht*, girge awletkinat; Ukin. *ich kenne*, liigitilgitkin Ws.

Kessel, kukene D., kukenga M. S., kuukēnga R.

Kor. kuken a., St. 1. kukeenga, 3. u. 4. kukánga; Kamtsch. kukiäng, kukkaräth St

Kind, nin'xai a., *kleines* —, nut puluxni niin'xei D., nenxait (Plur.?) a., enankai, naneh Romb., kminga M. S., vgl. *gebären*, *Knabe*.

Kor. kmiigin a., kemingen S., kaia-kimingen Kr., St. 1. kaikimíngen, 3. ékar oppúlioken, 4. oppúlioxen kimígin, uninnia-pil, vgl. *Knecht*.

kinderlos, een'gin kál-kelin R.

Kinn, welkut Romb.

Kor. wöllallu St., vgl. *Bart*.

kleben, ńáatken R.

Kleid, iret S., ir'eēn' R., vgl. *Pelz*.

Kor. ikat S.; Ukin. ikan Ws., St. 1. u. 3. ikan, 4. ikahan iddi St.; *russische Kleidung*, manig-ikan St.

klein, terkin S. t-èïrkin' R, niu(p)puliuxin, niut puluxni, pillokin Romb., Plur. niupu-

luxinat D. Der Stamm -pul, -pel bildet, Substantiven suffigirt, Deminutiva.

Kor. St. 1. eppúlukin, 3. eppúlioken, 4. eppúlioxen, vgl. (*jüngerer*) *Bruder*, *Schwester*, *Kind*, tiai S.

klettern, mnetténmok R. (Adhortativ?).

klug, neïtepxin M. S.

Kor. geterkikulin S.

Knabe, nèïnkai R. (Plur.) nenxait a., nene Sub. = *Kind*, ēkekä-xai S., Plur. akat Sub.

Kor. nin akaka Red., akkapil a., aka(p)pil S., akkapilaxu Plur. Sub., St. 1. kai kimingen und kaj aka pil, 3. u. 4. ekká pil, vgl. *Sohn*; Ukin. ekke-uwi Ws.

Knecht (*Gefangener*), amuli M. S.

Kor. puil' S., St. 1. úingi, 2. uinia-pil, 3. wuintáugui, 4. poiel; *Magd*, puél-pil St.

Knie, giralgin a., ńralnin M. S., graalgín R.

Kor. gijalgin a., nigalling St.

Knochen, ēt'tem-xai a., hätt-m S., ettám R., Plur. at' hamit Sub.

Kor. xjattaam a., attam S., hattam St., Plur. at'umu Sub.; Kamtsch. St. 1. tekud, 2. txam, kothjamk̄, 3. kotxank̄.

kochen, xuitik a., kuitik M. S.; Imprt. Plur. xuite. 6., uirkit R.

Kor. kukukewoń a., vgl. *Kessel*, gitelin S.

Körper, *Leib*, gilgit S., vgl. *Haut*.

Kor. uwik S.; Kamtsch. kilixlx.

Kohlen, wilxiwil Sub.

Kor. wilxu Sub.

kommen, *ich kam*, ge al'xim, geallim. D., *du kamst* geallin D., *sie kamen* geelinat D.; Imprt. xk̄etgin, xietgin, xistgin, awirxietgin D., källxätt Rb.; Plur. *kommet!* xietgitik D., *wo kommst du her?* men'xostin; *wir werden kommen* minrestim, rekewimik; *als ob du von ungefähr kämest* xnurgataw treiet-tin D.; *der Freund kam* tumhutom-iettin (vgl. *es regnet*, *schneiet*); *in wie viel Tagen kamst du?* teger lonet nietxin, vgl. *gehen*.

Kor. *ich komme*, gumä tkulewun; *er kommt*, ennol kullew. Imprt. kalkatigi,

Kopf, le-ut a. D., M. S., lewut V. C., kleùt R. *auf dem Kopfe*, lew-t-ik Sub.

Kor. le-ut a. S., löwut St.; Ukin. le-ut Ws. *auf dem Kopfe*, lew-t-ik Sub.

Korallen, kiline D.

Kraft, *kräftig*, kat'uga S., katika Romb., nikatuxin a., s. *stark*.

Kor. niketwuxan S., katwugigin a.; Nord-Kamtsch. nketuokin St. 3.

Kragen, ēnné kaorgin R.

krank, lettalkí R., liwa warkin Sub., vgl. *Schmerz* arat-ēlen, narátken R.

Kor. kopkawogn Sub.

Krebs, xäńko Rb.

Kor. akkagan S.

Kreis, kilwo a., vgl. *rund*, *Nabel*.

Kor. kam'lell; Kamtsch. killäkil a.

Krieg, *Schlägerei*, maraurkinat (3. Pers. Plur.) a., vgl. *streiten*, rinnolet R. u. Rmb., n'itken ēuken R., s. *Kraft*.

Kor. kon mik̄elaangi, kot kinauk̄elaangi a.

Krieger, nikētiuxin xlawol a., d. h. *starker Mann*, nkētúkēn R.

Kor. en'xewlan a. vgl. *Rüstung*, *Panzer*.

künftighin, *in Zukunft*, xit'iol a., s. *einst*.

küssen, 3. Pers. Sing. uwat' Sub.

Kor. kuwwan'ginin Sub.

Kupfer, k̄édlo pluint S., k̄illó-pelgunten R., eel'i k̄él'ó = *Gold*, d. h. *rothes Metall*.

Kor. k̄ik̄iloh Red., k̄elio a., St. 1. tek̄e pilhunten, 3. téttelu, 4. nigik̄axaen poluwento, 2. tettelu; Ukin. erźa pilginten Ws.; Kamtsch. k̄akálo gualak̄ i. e. ferrum rubrum St.

kurz, k̄iuókēn R., k̄ixmixin Sub.
Kor. niimixin Sub.

L.

lachen, tenge-urkin M. S., vgl. *Freude*, *froh*; *er lacht*, terne wurkin Sub.
Kor. katk̄axk̄egoton; St. 1. tikáak̄ak̄igatin, 3. kak̄aigating, 4. k̄ak̄atigatkin; *er lacht*, kak̄ak̄gatog Sub.
Länge, *lang*, niwlixin a. Sub., níulaken R. = *hoch*.
Kor. niwlixin a. u. Sub.; St. 1. niulákin, 2. negéngeloxen, 3. níulakain, 4. níulaxain.
längs, *entlang*, iulet-el R.
Lärche, *Pinus Larix*, wilgit D. = *Schatten* ?
Kor. gägoh Reg., St. 1. gégu, 3. roknóuge, 4. uttuut = *Bäume*.
Lärm, ioiorkin a., vgl. *wüthend*, *wahnsinnig*. *Wind*, *Trommel*.
lange, julexwarkin Sub.
Kor. julex Sub.
langsam, núlmäge a., merinda S. (= *wenig*), menra Sub.
Kor. mek̄inne a., Sub. metk̄inga S., laleta Sub.
laufen, *fliehen*, Imprt. xixläwki D., xärkillä M. S., min-erkélláo, rák̄-uṅ R., *er läuft*, nilawurkin Sub.
Kor. kugintewoṅ a., 3. Pers. Sing. koikiäl-wilatog Sub.
Laus, momult Romb.
laut, meíngi uirgirgir uerkēn R., vgl. *hörbar*. *Donner*, eig. *eine grosse* (*starke*) *Stimme ist*.
Leben (Subst.?) tu kul g'ärm a.
Kor. kiiul gat'igin.
leben (Verb.), mnitwim S., iagitak̄ girgin R.; *er lebt*, wigagii.
Kor. *er lebt*, kukiulatok S. und Sub.
lebendig, ew'gika a., ēwikalgin (*unsterblich*) Sub. n'eē télken (vgl. *siedend*, *heiss*), iegitél R.
Kor. k̄ukiul'gettiṅ a., St. 1. wiala, 3. ga-unalin, 4. ga wialin.
lecken, ninen'melóken R.
legen, *sich* —, min gai k̄ámik a. (Adhortat.?)
Kor. mak̄egatik a.
leicht, nimiriuxin a., nikuglakei M. S.
Kor. ninnaxin a., ik̄algan S., nimitkoxen St.
leise (*sprechen*), awietkin D., merinda.
Kor. metk̄inga S. = *langsam*.
Lende, aaimak-ēl R. = *Hüfte*.
Licht, hergrole Rob., s. *hell*.
Liebe, nitwaigim a. = *war*, vgl. *leben*.
Kor. niwaigam, kek mik̄aangi a.
lieben, nigloigim S., mnitwam Rob., eiwäkim a.; *er liebt*. korikankin mitek mik̄ali Sub.
Kor. ningloigin S., ēk mukulnigin a.; *er liebt*, haimu kulningin Sub.
liebkosen, *schmeicheln*, nirēētken niteiiunken R.
liegen, xarek̄holli M. S., arik̄xitwok (Adhort.), riiltēlók̄en R.
Kor. ku iltelong S.
linke (*Hand*), awwaw Sub.
Kor. awwaw mingik Sub.
links, nák̄ink R.
Lippen, wemilki M. S., uamelkàl R.
Kor. eikegen S., St. 1. uamílkalugen, 3. gomilka-ui, 4. gimílkat; woimulkowe St.
listig, uiṅwaṅepádei R.
Loch, patrigin a., patirgin M. S., à-ugurgin R., — *im Kleide* k̄i-matirgin R.
Kor. xeipä a., krgipei S.
Löffel, uonnì, uónna R.
Kor. goina Red., St. 1. ŭein, 4. wóina, vgl. St. 1. uánkaual, 3. uánkaugàl, 4. wán-kuwala *Scheere*, (vgl. *Messer*).
lügen, mitte emiúṅe R., naraákin' R.; *du lügst*, runtengin gir D.; *lüge nicht*, alo runte alke D..
Luft, naárginē R., vgl. *draussen*.

M.

machen, thun, n̄ineteikinat, 3. Pers. Plur. (= *sie bauen*), D., tēn má uerkēn R., *bereiten*.

Macht, uotk̄ewále R.

Mädchen, newik̄xat a., newik̄xait S., nawak Sub., näuxan Rb.

Kor. iangia na uw' a., newetxat S., newitxatpil Sub.; St. 3. ngaw-ákka pil., 4. ngawik̄at, vgl. *Weib*: Ukin. läagin Ws.

mähen, traiawam a., vgl. *schlagen*.

Mähne, pàampik̄ R.

Magen, kangax S., käṅjax Rob., naatkin R., vgl. *Bauch*.

Kor. nanxan S., St. 1. nankan, 3. u. 4. nánxan.

Mai, imlä reilgin R.. vgl. *Mond*.

Mann, Ehemann, uräxok̄ a., oiaxuk̄ M. S., oraoēläng R., matátan Romb., xilavol Sub. = *Mensch*.

Kor. uiaxok̄ a., oiexuk̄ S. und Sub., St. 1. xuiakuk̄, 3. ojákots, 4. ujékots.

Mass, nig-eni a.

Kor. en'meten' a.

Maus, pipixilnin a., ipixalin S., pipixilnit irenit *Marder* (?) *Pelze* D.

Kor. pipixilgin a., piupixiln S., St. 1. pipíkelingen, 2. pipíakalin, 4. pipíxalgan. pipiäkälingen Red.; Ukin. pipiakilni Ws.

Meer, anxo a., aṅka M. S., iankìn R., *auf dem Meere* anxa-ite D.

Kor. an'xon a.. ankan S., St. 1. 3. u. 4. ánkan = Ws.; Ukin. inuṅ Ws.

— *Arktisches Meer*, waśker umkìn Romb.

Meerbusen, Bucht, ka aṅeē irgin R.; Plur. xuimut D., Ukin. ēngwin Ws.

Meeresufer, aṅega-k̄uma S.

Kor. aṅak̄emukin S.

mehr, tumgar Romb., parol, vgl. díe Zahlwörter von 11—19; parok̄ Sub.

mein, Pron. pers. gimnin D., niilgitē-ukēn R., gumenin Romb.

melken, neptá louiren-kēn R., vgl. *Milch*.

Mensch, xlawol a., xlaull M. S. kläull R., xilawol Sub., Pl. xlawoli, xlawoliu, xlawolet D., xlaullet S., oremtiwagan Sub. In Verbindung mit Substantiven, Adjectiven und Verbalwurzeln bildet es Appellative, die eine Classe von Leuten bezeichnet (Nomina agentis). Als Zahlwort = 20.

Kor. St. 1. kálau, 2. kalik, 4. klawul; St. 1. úimtahula, 3. u. 4. oiémtawilàn; uímtewuilan a., oiemtiwelan S., ojemtiwilal'n Sub.; Ukin. o-emtehuil'an Ws.

Messer, walä D., walia M. S., uallè R., wālia Romb.; *kleines* —, uallè-pel R.

Kor. wala S., gualah Red., St. 1. huála, 2. wuala. Ukin. walawal Ws.; Kamtsch. St. 1. uak̄ú, 2.uák̄au, 3. uálak̄, 4 xuak̄u, vgl. *Löffel* und *schneiden*.

Milch, liuxai a., lioiren S., loveērēnR., loviargan Sub., vgl. *Zitze, melken*.

Kor. liuxei a. Sub., k̄kaie S., St. 1. liukai; Kamtsch. luxai S.

mitten in, mitgiik Sub.

Kor. meletgin un-ik Sub.

Monat, 2 *Monate*, nijex hiwit k̄atame Sub., vgl. *Jahr*.

Kor. gijax eil'git Sub.

Mond, k̄atami a. Sub.; — *geht auf*, k̄atame gantole D.; geílgin M. S., ǵeilgin, iilgin R., ilgin, jeilgin Romb., vgl. *Mai*.

Kor. iaïlgin ā., gegelgin S., St. 1. héiligen 3. jeílgan, 4. jeilgin; k̄ilxin Sub.; Ukin. iaēl-uppi Ws., vgl. *Sonne*; Kamtsch. lailgan S., jeelgewüngen kulek̄ Erm., guiungain kulliak̄ St., d. h. *Nacht-Sonne*.

Morgen, tingerkin M. S. = tinagirgin, *es ta-*

tet D.; räx mitiw a.; *am Morgen*, ḱinmil Sub.

Kor. iex mitḭw a., iekka-mitux S., St. 1. jaka mítḭx, 3. iḱi mítiu, 4. keḱigátḭg, *am Morgen*, jexmitiw Sub.

morgen (Adv.), argaiten', argatek D., ergàtik M. u. Rb., eergáḱik, iirgáḱik, eregottik Romb.

Kor. miut S., St. 1. miitiu, 3. mitiu, 4. mituu.

Mücke, mren S., mиránlen R.

Kor. mḭen S., muien-muien St. = *Fliege*.

Mütze, päṅken M. S., keel'i R., keilè, kalè (*Hut*) Romb.

Kor. penken S., penkèn Ws., St. 1. pénke. 3. u. 4. pénkan, panka St., Ukin. peelok Ws.; Kamtsch. pegxel S., peiaxal Ws., paxal Kr.

Mund, iekirgin D., gikirgin a., S.; *im Munde* rḭkrin-ki Sub.

Kor. ikingḭn a., gikirgen S., St. 1. ikḭingen, 3. jekéigan, 4. jekiángin; *im Munde*, ikigik Sub.

Mutter, illa a., illia S., ellá R., etelán Romb.

Kor. élla a. u. S., üllah Red., St. 1. ölla, wawa Ws.; Ukin. ēll'a Ws.; Kamtsch. 3. u. 4. ella, St. 1. aalgaḱ, 2. náan-kingan, 3. ánguang, 4. ángats.

N.

Nabel, kil' D., vgl. *Kreis*. Kor. kalil St.

nachher, *später*. ïawaḱi a., vgl. *weit*, plitku S.

Kor. ḭawaḱa a. S., vgl. St. 1. javal, 2. javalet, 3. javálang, 4. javálankal *rückwärts*, plitku S.

Nacht, nikita a., Sub., nikitä D., nkita M. S.

Kor. nikḭinák Ws., nikinik a., nikita S., St. 1. nikínik, 3. u. 4. nekíta; Ukin. nḭkkḭinḭk Ws.

nächtigen, *übernachten*, xitkḭgin; *ich übernächtigte*, gekiwlim; *du nächtigtest*, getkiwlin, D.

Nadel, tḭtḭna R., Plur. titinet D., titinga Romb.

Nadeldose, ta-iolgin D., vgl. *Köcher* und *Herd*.

Nagel (*unguis*), wegit D., wegḭt a., wägḭt M. S.

Kor. wegìt a. S., wagilning St.

Nagel (*clavus*), ēlkēp R.

nahe, ḱumxḱa M. S., ḱumḱa Rb., ḱemḱó R.

Name, nḭnnä a.; Kor. nḭnna.

Nase, iexa D., iaxxaia M. S., exäx St. bei Klapr., ēkaak R., iexxaiat a., hekitgam Sub., jeko, ekuk Romb., vgl. *Schnabel*.

Kor. ingḭtam S., ēngit'taam a., St. 1. eingḭttam, 3. u. 4. éngetám; hengitom St., ihit'-am Sub.; Kamtsch. St. 1. kaikḭ, 2. 3. u. 4. kaiákang.

Nasenlöcher, hängḭ riilgin M. S.

Kor. eḱitkat S., ēnwalte a.; Kamtsch. St. 1. kangḭd, 2. kagiśa, kanga-sun a.

nass, ḭḭtke ieulin R.

Nebel, gingei M. S., vgl. *Wolke*, *Himmel*, jang-jang Romb.

Kor. gḭnaḭn S.; Ukin. iungeiun. Ws.

neben, kimḱa Sub. = *nahe*.

Kor. inik ḱenmok *neben ihm* Sub.

nehmen, treimitim a., treiminim M. S., meemítxen, Imprt. kaimitxen R.; Imprt. xmatan'. Kamtsch. tratan a., bratan S. *Das Beil ist genommen*, algate henemili D.

Kor. tien'mḭngin a. (vgl. *Maass*), kxmitugi S.;

nein, *nicht*, 1) alo, alio D, etla Romb.; negirt d. Praedicat D.; Jukagirisch ili —

2) xrim, xremen D.

3) inge, in'ne, in-ne D., prohibitiv, beim Imperativ = uine a., uiṅa S., uine, urine D.

Kor. uin'ge a., ujani S.; Ukin. emmo Ws.

Nest, kikiul S., kekigollin R.; *im Neste*, kikijolgon Sub.

Kor. kitkijolgik Sub.

neu, *zum neuen Jahre*, iarenon hiwut D.

neulich, hättol M. = *einst*, *künftig*.

niedrig, niwtoxin a., kistaxen S.

Kor. niwtoxin a., mimkuxen S., St. 1. niutakin (= Red.), 2. dihittaki, 3. nitakaïn, 4. nikmaxaïn.

niesen, xat-kaglä M. S.; *er niest*, akix lakikin Sub.

Kor. xatkatgliin Rb.; *er niest* kaxkixlag Sub.

noch, limní D., limna R., *noch nicht*, epekin Sub.

Kor. *noch nicht*. eppo Sub.

Nord, keralgin S. und R.

Kor. kaiolgin.

nun! wohlan! (Interjection) tok, tokam D., tagam D.

nur (*bloss*), ligen' D.

O.

Ochs, penwel a., tirkelēn R.; *castrirter*, *Bulle*, kemgo R.

Kor. kim'ga a.

oder, (Conj.) xa D., ewir a.; Kor. metke.

Oel, mugdemut Romb.

ohne, a. a.

Ohr, weliulgin a., wilit D. u. S., uilliùt R., wilat Romb., wilut Sub., vgl. *hören*, *Gehör*.

Kor. weliulgin a., welut S., wilut Sub., St. 1. wilúgi, 2. wilut, 3. wiliugui, 4. wiilut; Kmtsch. St. 1. ihiud, 2. eiuda, 3. illiuda, 4. ílua; al'lo a.

Ohrgehänge, ui uilgit R.

Osten, tirki nini M. S., vgl. *Sonne*, tina iirgin R.

Otter, nēēnèt; Kor. nen-get Ws. = Ukin.

P.

Panzer, *Rüstung*, jegeiew a. D., jeghjew S. u. R.

Kor. mik-agew a., mikgef S., midigome St.

Ring-Panzer, ianke-pelgúnten geuiēugēn R., vgl. *Eisen*.

Papier, kalikal a. = Kamtschad. Aleut. und Kadjak., kiiltul R., vgl. *Geld*.

Pelzhemd (*Parka*) = *Kleid*, iren D., Plur. irenit D., irét S.

Penis, elxia S.,

Kor. St. 1. alka, 3. u. 4. alkha, alxa Red. auf Karaga halka, halghka St. bei Klapr.

Pfahl, upinpexai a., ghenpili S.

Kor. upinpin a., gengul S.; Kamtsch. uping St., upuiew S. 3.

Pfähle einrammen, gēenpelin R.

Kor. ikat S.

pfeifen, kxaujobka S.

Kor. xauenten S.

Pfeil, meakòm R., miakam Rb., miakan M.; Plur. maxmit, magmit, mägmit D.

Kor. St. 1. mákim, 3. miak ménge (*grosser Pfeil*), 4. miákam; Ukin. makkom, ligiir Ws.

Pfeilberge, *Köcher*, maameai òkxin R., kewutka Rob., vgl. *Nadeldose*, *Herd*.

Kor. ödi odsegan *Bogenberge*, Stell.

Pilz, poómpo R.; Ukin. tepmuxu apaka Ws.; *Fliegenpilz* xuapaka; Kamtsch. poonon Ws.

plötzlich, uítku R., vgl. *hier*.

plündern, *rauben*, iitk érkin R.

Preisselbeere, *Vaccinium vitis Idaea*, keelgoēngēn R, = *rothe Beere*.

Priester, appèpel R. (= *Väterchen*, батюшка).

R.

Rabe, wellia M. S., uélla R.
Kor. wella S., St. k̄auk̄uwa-valu (*corvus*); nimella velle *Cornix*, d. h. *schöner Rabe.*
rasiren, leool nimètek R., vgl. *Gesicht.*
Rasiermesser, leliutní milik̄'ken R.
Rauch, ṅilgin R., vgl. *Dampf*; nisnil Sub.
Kor. ipiip Sub.
rauchen, *Taback* —, xattaáke R., xattaaoko R., Imprt. tawar xilpigin S., Adhortat. ketai min tawaxom D.
rechte Hand, hakaṅo jalxan miṅilnin Sub.
Kor. haṅkan xojanxa laken minilin Sub.
rechts, murà R.
Regen, roit'tä a., roiti D., M. S., vgl. *Hagel*; illiil, igilgil R.
Kor. muxemux a. u. S., St. 1. muxáimu, 2. ku múxatu. 3. ku múxatin, 4. ko múxatang, ku mukat Ws., külatin Red.; Ukin. ērgin.
Regenbogen, k̄elgiajaïk S. (= *rothe Wolke*); tirki ximk̄uk̄gan Sub.
Kor. k̄elgia-iak R., ek̄ek̄ak Sub.
es regnet, nilemuru ilil Sub., vgl. *Schnee.*
Kor. ni muxetxin Sub.
reich, hailík̄-ēlen R.
Reich, *Staat*, ēēlwe nutek̄k̄en R., vgl. *Erde.*
Reiffrost. ekaēouētxe R.
reisen, kiljakilja, kutelkutel Romb., vgl. *gehen, kommen.*
reissen, xanlapaitiṅ S.
Kor. xinlepat.
Rennthier, xorana D., xaraaṅ R., korong Romb.; *Rennthierfleisch*, xorana tekik̄gin D.
Kor. *zahmes* —, xojanja Red., St. 1. koianga, 2. jawakal, 3. u. 4. xojanga; *wildes* —, St. 1. liigaki, 2. alúgulu, 3. kamgu gui, 4. öllewet; Ukin. il'ul Ws.
Rennthier-Weibchen, rēukut R.
riechen, xaiwittiṅa M. S.
Kor. xawitiṅo S.
Rinde, elxia a. = *penis*; jomul Rb.
Kor. ilkölgin St. bei Klapr.
roh, neaxan Rob.
roth, k̄edliu a., ni-k̄ela-xin M. S., ni-k̄eleken R., niririxin Sub.
Kor. nei-tk̄ixin a., nigik̄eken S., niik̄ikan Red., niitk̄ixin Sub., St. 1. ni-k̄ik̄akin, 3. nigilk̄akain, 4. nigilk̄axain; Kamtsch. St. 1. keàn, 2. kaan, 3. k̄ak̄alo, 4. k̄ak̄alà.
Ruder, tēuena R.; Ukin. ētei-menunk Ws.
rudern, xi te-urkin R. Imprt.
Rücken, xeptät a., xaptit D., kaptiṅ M. S., keēptin' R.
Kor. xaptäṅ a., kaptiṅ S., St. 1. kaptin, giilak, 3. texat, 4. xáptin.
rufen, kainéugin R.
rund, kuwlioko S., kuulókēn R., vgl. *Kreis, Nabel.*
Kor. gakamlelalin S., vgl. Kamtsch. St. 1. killak̄uśa, 3. kamlelingkil, und Eskimo-Tschuktsch. akamliuxtuk.
Russe (*Europäer überhaupt*), melgi-taṅatan a., maelgetan Romb. = *Feuermann*, kläull R. = *Mensch.*
Kor. melgitangi St., d. h. *Feuermänner.*

S.

Salz, teg-iu a., tiagju S. u. Rob.
Kor. iam'iam a., iamiam S., anka memil = (*Meer-Wasser*) St.; Lamutisch tak.
Sand, k̄ikai a. k̄igei M. S., kua ïligín R., k̄igallin memlite D. (= *Sand im Wasser*).
Kor. k̄igei a., mili-tk̄agai S., St. 1. heik̄aan, aran St., idiän Red.
saugen, ēmemexitgin Sub.

Kor. lowik Sub. vgl. *Milch.*

schaden, kin'eètta R.

Schaf, wildes, Bergschaf, keteb a., kitepa R., tikep (?) S.

Kor. kitip, kitep a., kitep Ws.; Ukin. kitēep Ws.; Olutor. kettep Ws.; Kamtsch. ktep S. 3., kteap Ws.; Tigil. kiteppu Ws.

Schamane (*Zauberer*) el'ót'-koalául R.

scharf, nir'witin a., nirwukin S.

Kor. nigwixin a., nikxwixen S.

Schatten, wui'wil S.

Kor. wuilwil S. v. *Lärche.*

Schaufel, pariteñ R.

schief, schielend, rooltáken R.

schiessen, mit einem Bogen, rítkok R., s. *Bogen. mit einer Flinte*, melkoine kual R.

Schiff, = *Boot*, hētwu a., (Plur.) hetwut D., lelotu-tlein R., vgl. *Segel.*

Kor. atwi-näxu a., atoat. s. *hölzerne Barke*, attuw-attuwē Ws. *Leder-Boot*, ma-atuwe Ws.

Schlaf, giilxet iarkin a.

Kor. mielxaitik a.

schlafen, mnilxämik a., mìngelkèt R., mingilkxai S., menjilkaimak Romb.; 3. Pers. Sing. kuril'xetin, *er schläft nicht*, ērilxatka Sub.

Kor. miilkatik a., kugilxatum S., kuelxalangi, vgl. *liegen*; *ich schlafe* St. 1. tikuilkat, 3. kuielxatin, 4. tu-kuilxatin Infin. St. 1. kéilkat, 2. miilkatik, 3. u. 4. kaïlkaitgí, *ich schlafe nicht*, St. 1. úinga eilkatketi kiitin, 2. ilá kitkitikita, 3. úinga áilxaitka, 4. úinga ailxātka; s. *Traum*; 3. Pers. Sing. kuil'xetog; *er schläft nicht*, ēilxetka Sub.; Ukin. *ich will schlafen*, milkilk Ws.

schlagen, tratalaiawim a., vgl. *mähen*; mintalaiwuan S., xin'täkxat, xintikxat D., *schlage ihn nicht!* inne ganmika inxani D.

Kor. Inf. teikiplen a., xitetaiwo S.

schlecht, böse, hässlich, hetkin, herkin, x'iatkín a., hetkin, henkine D., eekki R.. etki Romb.; *schlechter Mensch*, aka-kläul R.

Kor. *schlecht*, xiantkin, xiat'kin a.; Ukin. nin-nirxa Ws.

Schleuder, pluketi, pluketisch Romb.

Schlitten, uetik D., ettik R., oregore Romb.

Kor. St. 1 uiétik, 3. u. 4. uiátik; *Hundeschlitten* (*Narta*), èttak etti R.; Ukin. śauśugin uetik Ws.

Schloss, Schlüssel, ēipikxin R.

Schmerz, teg-el a., nitilxin M. S., vgl. *krank.*

Kor. takgigin a., kutalin S.

schmerzhaft, ñeēlalèulin R.

schmieden, ta pelúintek R., vgl. *Eisen.*

schmieren, salben, ninárkeue-ken R.

Schmutz, Koth Rob., hekik ka girgen a., keri S., vgl. *Sand, Thon*; uitlēlkēlen R. = *Sumpf.*

Schnabel, jexajax Sub. = *Nase.*

Kor. igit'am Sub.

Schnee, halegel D., el'gel a., ellell M. S., el'el R., xallgul St. bei Klapr., hatlat Romb.

Kor. allagal a., alliel S.; Ukin. al'-al' Ws. olal Red.

Schneeflocken, pinepì R., pingaping Romb.

Schneeschuhe, tiigit R.

Schneesturm, keenke-kiumkèn R.

schneiet, es —, halegel' etti D., vgl. *es regnet*, und *kommen.*

schneiden, xikwigin a., xakwigin S., mualatkogel (vgl. *Messer*).

Kor. kukiwigin a., xukwigi S.

schnell, iañe a., inä M. Rb, iñä D. u. S., inoge, inegi D., iaxalpè R.

Kor. innaei a., inek S., i-ean S.; Eskimo-Tschuktschisch uniongok.

Schnur, Riemen? niilgin R., vgl. *Haut, Fell.*

schön, nitenxin a.

Kor. teeiniauw a.

schonen, behüten, tēēmítxen R.

schreien, neinēurkin S., vgl. *sprechen,* kulekul R., vgl. *Stimme.*

Kor. kiamelań S.

Schuld (*debitum*), aáťkin R.

schuldig, der Schuldige, e-it kenèulin R.

Schulter, gilpit a., rilpid M. S., uilpè R.

Kor. iilpit a., gélpi̥lgen S., St. 1. imtimmit; 3. ti̥lmóugei, 4. júnmat.

Schulterblatt, uil'pè S.

schwach, nimi̥rkuxi̥n S.

Kor. nimirkuxim.

Schwan, neērkókēn R.

Kor. keiǩiniun Ws., illugäh eītoät Red.; Ukin. lol'-ēt.

Schwanz, norgin Sub.

Kor. koigi̥n Sub.

schwanger, gananixilin, ganan'xalin D., hantikenawlin Sub., toópēten R.

Kor. genen xewlen Sub.

schwarz, nuhuxin Rb., nuoken' R.; *schwarze Füchse,* n'uxin iaiulgin D., nun'xenin S.

Kor. n'uxin, St. 1. nuuki̥n, 3. nöwukain, 4. nöwuxain, nowokan St., nuxinaw Sub.

schwenken, nemen sisieuàtken R.

schwer, niǩaxin S.

Kor. niǩixen S., niǩekan St., vgl. *Fuder.*

Schwester, ǩaki̥giǩ a. u. M. S., saket Romb.

Kor. ǩaki̥git a., ǩakiget Sub., ǩaki̥git St. *ältere* —, St. 1. enínel ǩaki̥het, 3. u. 4. niméankin ǩaki̥gi̥t; *jüngere* —, St. 3. oppulioken ǩaki̥gi̥t, 4. eppuloxen ǩaki̥gi̥t.

Schwiegersohn, entuuli̥ger R.

schwimmend, itēoēlátken R.

schwören, Imprt. itaxon D.

See, gi̥tga S.

Kor. gitkin S., St. 1. gi̥tti̥hi̥n, 3. u. 4. gi̥ti̥gan; göttegan St.; Ukin. gutti̥gi̥n Ws.

Seebär (*Phoca ursina,* сiучь), ulel D.

Kor. uluul Ws.; Ukin. ulugui Ws.

Seelöwe (*Phoca leonina,* нерпа), memil D., Rmb. = *Robbe,* memelt; meémel R.

Kor. meemi̥l Ws. = *Wasser,* mämil Red.; Ukin. mēemi̥l (лахтакъ) Ws.

Seelöwenfell, mi̥nkami̥t R.

Seele, wuiegri̥gin S.

Kor. weiegin, vgl. *leben, Tod.*

Segel, delena Romb., tlene D.

sehen, xi̥it M. S., mogurnim a., Imprt. Sing. xiit-erkin D., Plur. xin'ǩiǩeti̥k D., vgl. *zeigen;* trel'ēun R., litlapetko (vgl. *Auge*), montapetko Romb.; *wir sehen,* muri minlogokin Sub.; *ich sah,* ti̥legun Sub.

Kor. ti̥leon S., ti̥kulaungin, *ich sehe;* St. 1. ti̥kulogon, 3. und 4. ti-liápatkin, *ich sehe nicht,* St. 1. úinga e láuke, 2. elauki ti̥kúnti̥ng, 3. úinga elliapka, 4. úinga elliapka ti̥kitan; *wir sehen,* muju mit'kuluugin Sub.; *ich sah,* tileun; *er sieht nicht,* ińe leuka Sub.

sehr, heftig, stark, un'muk; *sehr weit,* un'muk iawo, *sehr wenig,* un'muk nu pulexin D.; *starker Sturm,* un'muk wuial-wuial D., mimiankin-iah Romb.

sein, (Verbum substantivum), *vorhanden sein, es giebt,* 3. Pers. Sing., warkin D., uàrken R., Plur. warkinat D.; *ich bin* (?), gim etxamet wirkin S.; *du bist* (?), xka metwa; *er ist* (?), kaxamet *wirken* S., heisst *essen.*

Kor. 1. Pers. Sing. guma ǩkuximetwona, 2. Pers. Sing. getśel gametwagan, 3. Pers. Sing. xotwan S.

setzen, sich —, Imprt. xwaxo, xwako! D., 3. Pers. Sing. wakogoge Sub.

Kor. kot wagalok Sub., vgl. *sitzen.*

seufzen, iitkiuginell R.

sie, Pron. demonst. f. g., inxan newan (= *dies Weib*).

Kor. enno newitxet a.; Ukin. tilí Ws.

sie, 3. Pers. Purl. Pron. person., inxanat a., in'xanad S., Dat. Plur. (*ihnen*) inxanaiteṅ a.

Kor. inxenat S., etku a., St. 1. iku, 3. ónin, 4. ngaiun, Dat. Pl. eikiig a.

Sieg, genintilim D.

Kor. mitintauw'nau a.

Silber, nilgixin pilwinten a. = *weisses Eisen*.

Kor. elni pelwuntin a. = *Gold*.

singen, xulixul a. = *schreien*, *Stimme*; xtipengerkin M. S.; *er singt*, gireperkin Sub.

Kor. xiattaam a., tepengerkin S., kagaṅjaṅ a.; *er singt*, kaggajax Sub.

sitzen, 3. Pers. Sing. iloowakogon Sub.

Kor. kowawetwak Sub.

so, *ebenso*, *bleibe* —, il'lon inginom D.

Sohn, ēkuk M. M., eékik R., ekek, enankai (*Kind*) Romb., humnin xilawol Sub., vgl. *Mensch*, *Tochter*.

Kor. ákik a., Sub. u. Ws., akuk S., St. 1. ákik, 3. u. 4. äkak; Ukin. ēēki Ws.

Sommer, ēlek a. u. M. S., eelēk R.

Kor. ellek a., anok Stell., aalak S.; Ukin. ellek Ws.

Sonne, tirkiti a., tirkitir S., tirkìr R., tierkieri Romb.

Kor. tikiti a., tiakietia S., St. 1. tiikiti, 3. titkapil, 4. tiket, tiiken Ws., tikxit Stell.; Ukin. titlupi Ws.

Sonnenstrahl, tärkix-mel a. = *Sonnen-Feuer?*

Kor. tikax-minnen a.

Sonnenuntergang, tirkir-xakane D.; *die Sonne ist untergegangen*, tirkitir rekxi wirkin D.

sorgen, *sich bekümmern*, tip'eikín ierkin, Imprt. peikin ierkin R.

speisen, *füttern*, nek-xamitwatik a., kan'xamítwaugēn R.

spielen, (Adhortativ), minukwemik D., Infin. neukuētken R.

Spiess, poigin D., S.. R., Plur. poiginat D., pohiggin Romb.

Kor. poigin S., poiggan St.; Ukin. poigin Ws.

Spinne, epäi-epa S., Rob.; Kor. epaiel S.

spitz, *er ist*, kokni wrixin Sub.

Kor. nikwixin Sub.

sprechen, *wir sprechen*, murgin mitku anemi mikatom Sub. 3. Pers. Plur. inurkinat; *wenn sie sprechen*, titä niurkinat D.; Inf. (?) uet'gáurkēn R., innein mikergin S., *sie sprechen leise* (3. Pers. Pl.), awiet-kinkin ineimiket xinat D.; *sage uns!* morekaite xinatwa D., vgl. *schreien*.

Kor. Inf. (?) ko wanneiwalagn S.; *wir sprechen*, muju mit'kowaijawatog Sub.

springen, xpinku Rb.; *er springt*, paxitkusägan Sub.; Kor. notgaitilatag Sub.

Staar (*blind?*), kuul'ētelen R.

Kor. ä-llilä-kilä St., vgl. *Auge*.

Stadt, wuiwu S., huíhun R.

Kor. huina u., St. 1. úina, 3. u. 4. gúiwen *Dorf*, St. 1. kaínmu, 2. kainempil (Deminutiv).

stark, Adj., nikatuxen D., nikatuxin a., nitaken (*hart* Rob.) S., n'kēt-uken R.; *starker Mann*, *Krieger*, niketuxin xlawol' D.; *starker Wind*, nikatuxin one D.; Adverb. niketem; *Geschrei* niketem erginät a. = *sie schreien stark*; vgl. *Kraft*, *sehr*; *stärker* (jalxan) nikitwuxin Sub.

Kor. niketwuxin a., niketwuxan S., niktaexan St., nikewuxin S., vgl. katwugigin *Kraft*; *stärker*, katwux-kitog Sub.

Staub, nultek xikin wujal a., ró-uijal R., vgl. *Erde* und *Sturm*. Kor. hitkau ēke.

stechen, kat-ēn'puen R.

stehen, Imprt. xwellä a., min'kot'xesk R.; *stehender Baum*, wellaitei ut'tuhut D.; Imprt. (?) iawo S. = *weit*.

Kor. xanniwilgi a., git-welagai S.; *ich stehe*, St. 1. himma ti kotvola, 3. gimma tat vilatkin, 4. gummu kotvilangi; *du stehst*, St. 1. hika kot-vela, 3. gika kot-wilángat, 4. gika kot-wilángi.

stehlen, min'tulen-muk R.; *gestohlen* hetuleli, vgl. *Dieb*.

Stein, wugon, a. u. D., wugun M. S., wurwun Sub., Plur. wugonni D., uuggún R., penoguin, (telagon) Romb.

Kor. gúw'wen a., St. 1. gugun, 3. u. 4. gúggon, gaugin Ws.; Ukin. gawwugin Ws., vgl. gúkkon *Berg*, *Fels*, St.; wul'wull S.

steinerne Pfeil(spitzen) wugni magmit D.

sterben, wiei S., vgl. *Tod*, *Seele*, *fallen*, ge-oēlgin R.; *unsterblich* ewikalgan Sub.

Kor. wieiu S.; *unsterblich* ēwiakil'ēn Sub.

Sterne, eger a., eṅer-eṅer M. S., aner-ener D., aaṅaligin, aaṅálliṅin R., vgl. *Gott*, titäpaxotkol St. bei Klpr.

Kor. lillapeǩan a., lelapiǩu, St. 1. leliapiǩan, 3. enganu; läpit'u Ws.; Ukin. ēnēri Ws.; Kamtsch. St. 1. áśangit, 2. u. 3. éngarida, 4. engáśida Ws.; Ost-Kmtsch. ēźingēt, NW.-Kamtsch. engeźin Ws.

Stiefel, pleèki R., Plur. pleket D. u. Romb., pläket M. S., pelaket Romb.

Kor. plakit S., St. 1. pláku, 3. u. 4. pliakat; pläko, (Plur.) päläkit St., pleekit Ws. = Ukin. pleeku Ws.

Stimme, xullixul a., s. *singen*, *schreien*; kaxulilat S., *tiefe Stimme (Bass)*, men'ge kùil'igin R. (= *grosse Stimme*).

Kor. kumgikum a., kaxalilet S.

Stirne, kitǩal a.. kirǵel M. S., kírr-el R.

Kor. kitǩal a., kirǵel S.; Kamtsch. ǩuuǩel a.

Stock, iran, milukei Romb.

stöhnen, wu annatirkin S. = *weinen*.

Kor. xanatigon S.

stolz, *übermüthig sein*, itamperaken R.

stossen, *mit den Hörnern* —, uitátǩetxe R.

Strauch, ian rómken R.

Streit, *Schlägerei*, (*streiten*, *kämpfen*), maraurkinat a., (3. Pers. Plur.) maraurkin S., min'-maraagmuk, min'-maraogluk (?) (Adhortativ) R; Inf. (?) mará uetxaumin R.; *er streitet*, maraurkin; *höre auf zu streiten*, tagam maraurka, u. marowka; *wir streiten nicht*, al'o maraurka; *warum streitet ihr*, menke maraurkit D.

Kor. kon-miǩelaangi, kot'kina-u ǩelaangi a., maiolinat S. (3. Pers. Plur.).

Stück, *Bissen*, tekiǩkit a-ulkēi R., vgl. *Fleisch*.

Sturm, meni wuial a. (*starker St.*) vgl. *Staub*, iakítilgin R.

Kor. nutegin a., St. 1. úial, 2. katwu hingai (*starker Wind*), 3. kupuxatin, 4. koktegutang; Ukin. uialakin Ws.

suchen, milkarírgen, Imprt. minárierga R.; *suchet!* xin'ǩiǩetik D., vgl. *finden*, *zeigen*.

Süd, tirki-padga S.

Kor. tiki-pata S., s. *Sonne*.

Sünde, (Adjectiv?) ne taēn'ken R.

Sumpf, *Morast*, uitlēlken, niu-utlèken R., vgl. *Schmutz*, *Tundra*; Ukin. retgin Ws.

T.

Tabak, tawax, tawar D., ta-ak R.

Tabak rauchen, xa(t)ta-axe, xa-(t)taa oko R.; *lass uns rauchen*, ketai min tawaxom D., Imprt. tawar xil'pigin D.

Tabakspfeife, ta-ak-oinim, vgl. oiena *Ofen*, St.

Kor. komgang St.

Tag, al'o R. u. Sub., (Plur.) alloxal St. bei Klapr., lugiut a., liongat M. S., lonet D., vgl. *Arbeit*.
Kor. al'wui Ws. u. a., aló, halui, hallo a., Klpr., alwi̥a S., St. 1. kuźal, 3. halial, 4. kolxal.
Tanne, *Pinus abies*? ель, hetellnäk D.
tanzen, xpi̥tura a. u. S., kotlawong S.
tapfer, *Held*, ēenke-uk̓en', nket-úken R., ńitkenēuken *Kampf*, R., vgl. *stark*.
taub, ē-úulu-kēlin R., vgl. *Ohr*, *hören*.
Teufel, keēl'e, kámak R., vgl. *Wassergeist*, *Gast*.
Ukin. ni̥ńwi̥t Ws.
Thau, letell M. S.
Kor. alal (= *Schnee*) S.; Kamtsch. leltik̓ S. 3.
Thee, xam't'xó R.
Thier, il'wi̥lä a., léwi̥lii S.
Kor. alliuhullu a., ilwuli S.
Thon, *Lehm*, kaïräx S., vgl. k̓eri *Schmutz*, kodelxel St. bei Klapr.
Kor. alk̓an S., atkaan a., St. 1. lokawella, 2. gemelken, 3. aran (= *Sand*), 4. eddian; Ukin. kuk-eran Ws.
Thran, rimánt, *Walfisch-Thran* mítkami̥t R.
Kor. mutkamät Stell.
Thüre, titil a., ti̥ttel S., ti̥ti̥l, ti̥ttél R.
Kor. tellitel a., telletel S.
tief, *Tiefe*, ni̥m'iin a., nimkxan M. S., nimki, nimxi D., Plur. nim'xit; omik̓k̓ēlen R., emik̓-xalaat St. bei Klapr., vgl. *flach*.
Kor. ni̥mxen a., niwuikxun.
Tochter, neuw-ekuk S., ngè-oki̥k R.
Kor. nawaaki̥k Ws., ńaw-aki̥k S.; Ukin. nēēwek, vgl. *Weib*, *Mädchen*, *Sohn*.
Tod, weengu a., cf. wiei *gefallen* a.; *todt* uíllēn R.; *getödtet* gaanmi̥llen' R., wiillagi̥n St. bei Klapr., vgl. *sterben*.
Kor. wigei, weagigin ā., St. 1. wiála, 3. gaanálin, 4. gawialin; wiagiaenen Adj., wialal St. = *Hölle*.
tödten, Imprt. mni̥n mimi̥k D.; *ich werde* —, minl'ui R.; *wir tödten*, mni̥n mik; *warum sollen wir tödten*, raxui nara-mi̥mi̥t; *ich fürchte*, *ihr tödtet mich*, aïlgibkim gim naranmin gimi̥ki; *wir tödten nicht*, murginat anmika D.
Tonne, meimúkkam R.
Traum, haretilim S.
Kor. auilxat S., vgl. *schlafen*.
träumen, *irre reden*, бредить,reēt'ten' R.
traurig, häppi̥neglin S.
Kor. ganenalin S.
treiben, *jagen*, nintáukén R.
Treppe, aáń'opēl (Deminutiv), ináēmek̓xen R.
trinken, miguk̓i a., miguk̓ia M. S., mnikuk̓i R., Imprt. xiuk̓i D., ekuitsa, kapanga Romb.
Kor. miwúikik a., xwutk̓igi S., St. 1. kúik̓i, 2. miguk̓ik, 3. u. 4. biguik̓ik.
Trommel, *Schellentrommel der Schamanen*, járar R.

U.

über, hi̥rgól R., vgl. *hell*.
überall, hēmguínkēn R., vgl. *wo*.
übermorgen, guapenkák̓ R.
Kor. St. holín-mittiu, 2. mitu iannakiniak vgl. *Morgen*, 3. hallo aiguwenga, vgl. *Tag*, *Abend*, 4. kolìn holo.
Ufer, k̓urma a., gik̓uurmín R., tiüruk St. bei Klapr.; *an's Ufer*, k̓orma-ïte D.; *Meeres-ufer* ańka-k̓uma S.
Kor. ait-k̓uim a., anka-k̓emukin S.; Ukin. ērgin Ws.
umwerfen, atkólilēn, anpekatá-ulin R.
unglücklich, nígellókēn R., vgl. *bedauern*.
unmöglich, ti̥luá uerkin R.

uns, Accus. murina; *bei uns*, murini; *zu uns*, morekaite, auch in der Bedeutung des Dativs *von uns*, *über uns* (*reden*), muräne D.
unser, Pron. possess. (Dat.) murginaite; *die Unseren*, murginat D.
untergehen, *die Sonne geht* —, tirkitir rek̃xiwirkin D.

V.

Vater, il'ligin a. M. S., ellegik R., iligit Sub. etelún Romb.
Kor. enpik̃ a. u. Sub., empik̃ S., St. 1. émpis, 3. u. 4. énpik̃, appa Ws.; Ukin. ēll'gin Ws.; Kamtsch. ápak̃, 2. u. 3. apäk̃, 4. apats.
verbergen, xinwagini a., xnak̃iga S.
Kor. xinäk̃eiagin a., xinunk̃iux S.
vergessen, ganti uállen, nin antiuátken R.
verirren, *sich* —, 1. Pers. Plur. Praet. muri gantimnewli.
verlieren, 1. Pers. Plur. Praet. (?) Pass. heneralli; *ihr habt verloren*, henerellinit D.
versöhnen, *sich*, min meléun R., vgl. *gut*, *Friede*.
vertragen, *sich* —, *anpassen* (?), t-ē-íkirkin R. vgl. *wenig*.
verwahren, xnak̃iga Rob.
viel, nimkixii, nimkixi D., n'uomkókēn R., numkokin Romb.; *viele Menschen*, nimkixi xlawoliu; Ukin. nak-noa Ws.
Vielfrass, xaper D.
Kor. St. 1. xaëppi, 2. kapére, 4. khápei.
Vogel, gallä a., galgal S., vgl. *Ente*; gotla Romb.
Kor. gallä a., galgat S., galgaue Ws.; Ukin. galgape Ws.
vomiren, *spucken*, ti uièr-ēlken R.
von dorther, doten xak̃ D., vgl. menxore xak̃ane *in welcher Richtung*, *Gegend*.
von innen heraus, oonmèpo R.
von woher kommst du? men xostin D.
vorbei, nınnē R.
Vortheil, xe kintē uiuiljin R., vgl. *handeln*.
vorwärts, kija nótxen R., vgl. *da*, *dort*.
Kor. St. 1. ianótin, 2. iáne koléal, 3. u. 4. ianotan.

W.

Wächter, eiulaxai a.
Kor. kun'uṅ a.
wählen, min'tēn-mau R.
wahnsinnig, *tobsüchtig*, ijurgum ēt-ēkenelli, iorgēt ēṅe-il'in R., vgl. *Lärm*.
Wald, uttugut D. = *Bäume* utit a.
Kor. ut'tu a., St. 1. utugun, 2. uttamkan, 3. uttúgui, 4. úttugut.
Walfisch, regiew a., réau M. S., reēu R., dreio Romb., rew. D.
Kor. iun'i a., iuṅe S., iunwei, iuṅiu Ws., St. iungi, iuni. Ukin. iug Ws.
Walross, *Rosmarus trichechus*, rirka D., tinkit, ridiki Romb.
Wangen, ir'spid a., xilpid S., vgl. illi-girgik *Backenbart* R.
Kor. el'pit a., alpet S.
wann, tita, titā a., M. S. u. D., tiíta R. = *wenn* (Conj.). Kor. tite a.
Wanne, rinnolet S.
Kor. inolat S.
war, Praeterit. nitwaigim a. = *Liebe*.
Kor. niwaigam a.
warm, äkägni Rob., oomóm R.
Kor. komaton S., St. 1. nomakin, 3. nitgilakitan, 3. komating.
warten, *abwarten*, min'atk̃ámak R.
warum? raxu, raxui, menke D.
was, seiniut Romb., tiagnut Rob., räxnut a. Plur.
was für ein, *von welcher Art*, rax, rasx Plur.; raxnut raxnot, räxnut D., minkri D.

Wasser, mimil a., S., mímel R., mimilt Romb. Kor. mima a., mimel S., St. 1. mimel, 3. u. 4. mimal, Ukin. miimil Ws., mori mi mal *nass*, St., vgl. *Branntwein.*

Wasser-Geist, mímli-kin'keēlei R., vgl. *Teufel, Gast.*

Weib, newgan a., näuwan M., neuwgan S., näuxan Rob., n'eo-èn R., newen, newan, newegen D., jauan Romb.
Kor. nēwgan a., newan S., St. 1. néguen, 3. u. 4. ngawán, vgl. *Tochter, Mädchen.*

weinen, terngatirkin S., 3. Pers. Plur. terngatirkinat a.; Kor. koteinaton.

weiss, nilgáxin, nilgixin a., niljaxin M. S, niila'kēn R., nileixin a., nigixin D., vgl. *Silber.*
Kor. nilgaxin a., St. 1. nìlgakin, 3. nilgakaìn, 4. nil gaxain.

weit, iawo D., M. S., iá R., mimiankin-iah Romb. (*sehr weit*), vgl. *nachher*; nurékin R.; *von weitem her*, noonrellè R.
Kor. iawak S., vgl. St. 1. iáwal, 2. javalet, 3. iawálang, 4. iawál aukal *rückwärts.*

welken, kugu-àrkēn R.

Wellen, eïkgin a., eïkxin' R., eïki M. S.
Kor. eïtki S., kaia kigitań a.

wenig, merinde D., merinda S. = *langsam, leise*, teèrki, tèirkin R., vgl. *sich vertragen.*
Kor. metkinga; Ukin. taxer Ws.

wenn, (Conj.) tit', titä D. = *wann.*

wer, méngin S.
Kor. meknang S.; Ukin. mēeni Ws.

werfen, knintigin S., kininleg S., mnínt-ēei R.

West, tirki-titwi M. S., s. *Sonne.*

Wetter, *Wind*, one, D.

wie, minkri a. u. S., minkri D., miín'kemil R.
Kor. minki a., minkri S.

wie viele, teger, tegerkin D.

wiegen, *einschläfern*, ka-ēuēuljúken R.

Wind, jójo S., R. u. Romb., vgl. *Lärm.*
Kor. gigilkai a., kēle-u Ws., kuktegaton S., St. 1. uial (= *Sturm*), 2. katwu hingai (*starker Wind*), 3. kumuxatin, 4. koktegatang; Ukin. hiigin Ws.

winden, *flechten*, anka urá uil'in R.

winseln, xeiné il'in R.
Kor. kenkekń S., kitèg a.

Winter, laglenkä M. S., läelle ologox R., liallen R.
Kor. loxlen, liklen Ws. = Ukin.

wir, muri a., D. u. M. S., mure Romb.
Kor. muiu a., mii S.; Kamtsch. muś, moźiś, muźu, buźe.

Wirbelwind, kenke kiuńk Rob. keēnke kíumkēn R.

wissen = *kennen*, Ukin. *ich weiss*, lìgu tilgitkin Ws.

Wittwe, inandanga S., kliuill'ēn R.
Kor. iangi ańaux S.

wo? hemi a.. emmi M. S., ami D. u. Romb. miink R.
Kor. hiaminna a., hemmi S.; Ukin. mēēe.

wohin? minkri D. = *wie.*

Wolf, hińa M. S., ēinná R., Plur. (?), hin D.
Kor. iegilgin, St. 1. egélungan, 3. heigugui, 4. egilgan: Ukin. eil'gin Ws.

Wolken, ege-ex D., jeäijak M. S.
Kor. ieiak S., St. 1. xetkaan, 2. higài = *Wind.*

wollen, *willst du?* tiniegirkin; *wollt ihr?* turiten'iegirkiti; *wir wollen*, ten'iegirkimi D., Infin. treēnkimómum R., (*Wille, Macht*) kinwo a., ook-ò R.
Kor. katwugigin a. = *stark.*

womit, *wodurch* riax-xa a. = *wie*, mikinem a.
Kor. iexxe a., iaxnut (Plur. *welche*) S., meki a.

Wort, ēginmin a., Plur. aginmät (*Sprache*) D.

Kor. migimmigen a., eginmine V. C.

wozu, raxu D. = *warum*, *womit*, *was*.

wünschen, titeien-irkin R.

wüthend, ekimu kaneëlgin R.

Wunder, kikoi a.

Kor. ak-ko.

Wurm, ennigen a., kimik S.

Kor. ennigem' a., ingem S., elxoigin St. bei Klapr.

Wurzel, kimgaxaï a., tinmikin S., kiimikin St. bei Klapr.

Kor. kimakim S., St. 1. kinmakín, = a., 4. ilkalgin.

Z.

Zahn, ritti a., rittit (Plur.) D., ritintä M. S., ríttel'tä R.

Kor. wannal'gin a., wanna S., St. uamilgnin.

zahnlos, a-rinní-kelēn R.

Zank, *Streit*, *Krieg*, pulwutkuxinat S., nipilwit-tuxinat a. (*sie schiessen*, 3. Pers. Pl.), vgl. *Flinte*, *Eisen*.

Kor. kiewun S., kauwkiteṅ a.

zanken, *schelten*, minielērákiuṅ R.; aanginòi pukei (*Händel suchen*), aangin-úkli-girgin *sich auflehnen*, vgl. *zornig*, aangin á-kelei *grob*, R.

zappeln, teike úirkin (vgl. *streiten*) R.

zaubern, *wahrsagen*, tilámin' gitta R.

zeigen, Imprt. xinkikati D., vgl. *finden*, *suchen*.

Zeit, xuritì a., nuunt-èmai R.

Kor. xulitik a.

zittern, tailgàurkin R. (s. *fürchten*), keuerkin Rob.

Zitze, lolo D., vgl. *Milch*.

Kor. lolo Stell.

zornig, aanginàit R., jorget-engēil'jin R.

zürnen, naanginakátkē R.

Zügel, kool'igít R.

Zunge, gigil a., i-il D., giil M. S., ílligil R., gil St. bei Klapr.

Kor. íil a., giigel S., St. 1. hiigal, 3. diligil, 4. dikel; Kamtsch. St. 1. níkil, 4. ílkel.

zusammen, *zugleich*, kinmal D., ginmil S.

Kor. ginmil S.

Zweig, rittel S., tillälugio St. bei Klapr. itil Sub.; Kor. ēlliēl a., illu Sub.

zwischen (*uns*), nirē murè mnineuet xaueken ut'xirétit-xau R.

Nachträglich füge ich hier noch ein Verzeichniss des für die Vocabularia comparativa benutzten handschriftlichen Materials hinzu, soweit es das Tschuktschisch-Korjakische betrifft, welches in der K. öffentlichen Bibliothek aufbewahrt wird. Leider erfuhr ich dies zu spät um es früher benutzen zu können, als erst zum Theil zum 6. Bogen dieses Artikels, von welchem an einiges mit in das Wörterverzeichniss aufgenommen ist. Es besteht dies Material aus folgenden Manuscripten:

1. dem Orginale der oben mitgetheilten von Daurkin ins Tschuktschische übersetzten Sprachprobe, die, wie eine Randbemerkung besagt, von Laxmann eingesandt worden ist. Da die im Besitze der Akademie befindliche Copie, die p. 11 — 14 dieses Artikels tran-

scribirt mitgetheilt ist, nicht frei von Schreibfehlern ist, so gebe ich unten ein Verzeichniss der Abweichnngen, nach denen der obenstehende Text zu berichtigen sein wird.

2. Eine tschuktschisch-korjakisch-jukagirische Uebersetzung von etwa einem halben Hundert kurzer Sätze, die laut beigefügter Bemerkung auf Veranlassung des damaligen Ober-Commandanten des Ochotzkischen Hafens, Capitain Lieut. Subow, durch Dolmetscher dieser Sprachen im Jahre 1781 übersetzt wurden. Es sind dies die von Bacmeister aufgesetzten Sätze, vergl. Adelung, Catherinens d. Gr. Verdienste um die vergleichende Sprachenkunde p. 23, p. 28, N. 32; und p. 30, N. 64. Da diese Sätze durch ihre Structur geeignet sind, namentlich im Vergleich mit den oben erwähnten, theils neuen Aufschluss zu geben, theils die aus jenen gewonnenen Ergebnisse zu vervollständigen oder zu berichtigen, so mögen sie hier in beiden Sprachen neben einander um so eher einen Platz finden, als für das Korjakische zusammenhängende Sprachproben fast gänzlich fehlen und doch besser als blosses Zusammenstellen von Wörtern die nahe Verwandtschaft veranschaulichen. Ein Vergleich dieser beiden Uebersetzungen beweist, dass die Korjakische sich enger an den Wortlaut des Originals anschliesst, während die Tschuktschische hin und wieder etwas freier gehalten ist.

3. Die Original-Handschrift von Dr. Robeck's tschuktschischem Vocabular. In Sarytschews Transcription finden sich namentlich mehrere auffallende Druckfehler. Vom 6. Bogen an habe ich es für's Wörterverzeichniss benutzt und das aus Sarytschew entlehnte nach demselben berichtigt, hin und wieder statt desselben auch mit Rob. bezeichnet, aufgenommen.

4. Eine kleine korjakische Wörtersammlung von Dr. Redovsky, zu Anfang dieses Jahrhunderts aufgezeichnet, die sich durch sorgfältige Beobachtung der Lautverhältnisse auszeichnet und deshalb ebenfalls vom 6. Bogen an, mit Red. bezeichnet, in das Wörterbuch eingeschaltet ist.

Das aus der Sprachprobe N. 2 ebendaselbst Entlehnte findet sich mit Sub. = Subow bezeichnet.

Die Stammverwandtschaft, wenn nicht nahezu Identität der Tschuktschen und Korjaken, im Gegensatz zu den ihnen ganz fremden, sesshaften (Eskimo)Tschuktschen, die sich selbst Namollen nennen, wird in deutlichen Worten in einem Aufsatze «über die Tschuktschen», mitgetheilt im Journal des Ministeriums des Innern vom Jahre 1834, Tom. XVI, p. 356—368, ausgesprochen. Es scheint dieser Aufsatz nur ein Auszug aus einer umfangreicheren Abhandlung eines jedenfalls mit den Verhältnissen jener Völker genauer bekannten Verfassers zu sein, der hier nicht genannt wird, und enthält eine Fülle von interessanten Notizen über Sitten, Gebräuche und Verkehr dieser Völkerschaften.

Unter Anderem heisst es in Bezug auf diese beiden verschiedenen Tschuktschen-Stämme, dass sie in ihrer Lebensweise, Körperbildung, Sprache und im Gesichts-Typus eben so sehr von einander abweichen, als die Rennthier-Tschuktschen mit den Korjaken, die Namollen dagegen mit den Eskimo, namentlich denen von Kadjak übereinstimmen, und

dass ein Kadjaker, der den Verfasser auf der Sloop Blagonamerenny begleitete, sich leicht mit ihnen verständigen konnte. Als fernerer Beleg der amerikanischen Verwandtschaft wird noch auf die Aehnlichkeit in der Bauart der Jurten, Baidaren, der Gleichartigkeit der Waffen und Geräthschaften hingewiesen, wie endlich auf die verschiedenen Hausthiere dieser beiden Völker — Rennthier und Hund. Die Namollen, als die ärmeren, häufig zum Verkehr mit den Rennthier-Tschuktschen, den Uebermittlern der europäischen Handelsartikel, deren sie bedürfen — vor Allen des Tabaks — gezwungen, erlernen zum grossen Theil die Sprache der letztern, ohne dass das Umgekehrte der Fall ist.

Nach dem unter N. 1 hier erwähnten (Laxmannschen) Manuscripte wären in unserer p. 11—14 mitgetheilten Sprachproben folgende Berichtigungen zu erwähnen: im Satze N. 7. lies: jarenon statt jarsnok, Nr. 13. minxametwamin' statt minxametwamik, N. 28. itaxon statt ipaxon, N. 35. hit'iol statt zit'sol, N. 39. girge awulet'kinat statt girge awletkinat, Nr. 41. min mele wimik wmimi statt min mele wimik wmeini, N. 59. wilgit statt wilgil, N. 77. meini notaite statt meni(n) notaite, N. 70. nepulexinat statt niopuluxinat, N. 79. wagaiglin statt wagaiilin, N. 94. aïl'giwkim statt aïlgibkim, N. 95. naranmimit' statt naramimit', N. 100. reke kewimik stat rekewimik, N. 101. xiet'gitik statt xisthitik, N. 107. emelwelini statt amelwilini, N. 109. henekikeli statt henkikeli, N. 114. taiolgin statt taiolijn und kilile statt kiline, N. 121. ergrolin statt argrolin, N. 122. gmixa kane statt gmiga kake, N. 127. wil'wiletkinat statt wilewilutkinat, N. 128. minwiletkinam statt minwilutkinat, N. 129. xiwelet'kin statt xiwilutkin, Nr. 131. xirkuri statt xirkudi, N. 132. minwiletkimin' statt minwilutkimik, N. 133. niurkinat statt inurkinat, N. 134. kin' kim ineimiketxinat statt kin'kin ineimiketxinat, N. 135. xnur-gataw statt xnurhataw, N. 136. hetkine statt henkine, N. 146. xietgin statt xistgin, N. 155. ejex statt egsex, N. 157. mimläite statt mimlite, N. 162. jaiolgit statt iaiolgin, N. 164. jegeiew statt sgeiew, N. 171. raxniut statt raxtit, N. 172. inin iginmet statt inik ahinmet, N. 174. xretgitik statt xeretgitik.

Endlich enthält das Laxmannsche Original noch folgende zwei Sätze, die in der von uns benutzten Copie ausgelassen sind: un'muk n'upulexin *sehr wenig*, und mekinka, kit'ulam, *gut! genug!*

Hinsichtlich der von mir im Wörterverzeichniss angewandten Schreibung muss ich noch bemerken, dass in den aus dem russischen transcribirten Wörtern нг durch ń wiedergegeben ist, ng dagegen, wo es sich bei Steller, Romberg, Redovsky und Robeck so vorfand, unverändert beibehalten worden ist.

Tschuktschische und Korjakische Sprachprobe.

Eingesandt von dem

Hafen-Commandeur Capitain-Lieutenant SUBOW.

	Tschuktschisch	Korjakisch.
Gott ist unsterblich.	ti̥ri̥kiti̥ ewikalgin.	agag ēwiaki̥l'ēn.
Der Mensch lebt nicht lange.	xilawol julex warkin in̓i wigagii.	ojem tewi̥ēn kujulatog xi̥im julex.
Die Mutter küsst ihre Kinder.	ēmoi uwat' murgin nene.	illa kuwwan'gini̥n ini̥n' ki̥migu.
In ihren Brüsten ist viel Milch.	ini̥k lologonin ni̥mkixin lowiargan.	ini̥k lolook hi̥nwox liuxei.
Ihr Mann liebt sie.	humni̥m xilawol muräkin korikankin mi̥tek mi̥k̓ali.	ujekuk̓ ini̥n haimu kulni̥ngin.
Dieses Weib war schwanger.	k̓ahkut waren newi̥nti̥ warkin haatikenawlin.	huk̓in newitxat nitwaxin gegenxewlen.
Sie gebar sechs Tage	notxen ino hureti̥ innan mi̥lligin halo	innol ētoni̥n innan mi̥li̥gin.
von jetzt zurück einen Sohn.	niti̥k̓gin not'xenan hepelxintali̥n humni̥n xilawol.	al'wi̥iti̥ hakenak javaleiton aki̥k.
Sie ist noch krank.	illonxon epik̓in liwa werkin.	inno eppo kopka wogn.
Die Tochter neben ihr	naw-akagai makírgin k̓imk̓a warkin.	gaw'akok ini̥n inik k̓enmok.
sitzt und weint.	iloowakagon ternaterkin.	kowa wetwag koteigatogn.
Das Kind will nicht saugen.	ninxai k̓irmurkin ēmemexitgin.	ki̥migipel kotenxek̓ atog lowi̥k
Dieses Mädchen geht noch nicht	notxen nawak epēk̓in ēk̓ewik̓ kukilgan.	huk̓in newitxatpil eppo ēleiwi̥ke.
Ein Jahr und zwei Monate (sind es her)	hiwinit ni̥jex hiwit k̓atame.	hiwagit gijax eil'git.

	Tschuktschisch.	Korjakisch.
von jetzt seit sie geboren	notxen i̥nan tite ill'o xun hurewi̥in.	hakeni̥nag ti̥te inne haitoli̥n.
Diese vier Knaben	makirgi̥n ni̥rax akat	xutk̆ei gi̥jax akkapiläxu.
alle sind gesund,	amil'go imon' nimelga.	ēmog amoatog nemelaw kotwagi̥.
der erste läuft,	inot'kin nila wurkin,	inotkin koikiläwilatog,
der andere (2te) springt,	xol' paxit-kusägan,	xullo notgaiti̥latog,
der 3te singt,	ni̥roxaw gireperkin,	gijugaw kagagjax,
der 4te lacht.	gi̥jaxaw ternewurkin.	gijaxaw kak̆ak̆gatog.
Dieser Mensch sieht nicht.	ill'on oremti̥wagan alilika.	huk̆in ojemti̥wi̥al'n ineleuka.
Was sprechen wir.	mikin mewun murgin mitkuanem imik̆atom.	inno muju mit'kowaiawatog.
Dein Bruder niest.	xaita hi̥ni̥n ak̆ix-lak̆ik̆kin.	xaitakalgen hi̥ni̥n katk̆ixlag.
Deine Schwester schläft.	k̆aki̥git inen nenixikin kuri̥l'xeti̥n.	k̆aki̥get hi̥ni̥n kuilxetog.
Euer Vater schläft nicht.	iligit turgin ē rilxat-ka.	enpik̆ tuk̆gi̥k ē-ilxet-ka.
Er isst und trinkt wenig.	ell'on-xon xameti̥waikin iwik̆ikin etenke.	inno kew'jigkiwwuk̆ig eppuläw.
Die Nase ist in der Mitte des Gesichtes.	hekit-gam wit'giik rexuk.	ihit'am meletgi̥nu-nik loölxolok.
An uns sind (wir haben) zwei Füsse.	murik ni̥rex hit'kak.	mujik gijex hit'kat.
An jeder Hand sind 5 Finger.	ēmi̥lgon min'gik amin'ju.	hamga mi̥ngen ami̥lli̥gju ilgu.
Haar wächst auf dem Kopfe.	kik̆wiju ti̥nerkin lewt-i̥k.	kik̆wi̥ (= kik̆wi̥it) kongalgi lewt-i̥k.
Zunge und Zähne sind im Munde.	rilin ri̥nit ri̥kri̥nki.	iil, wainē ikigik.
Die rechte Hand ist stärker	hakango jalxan mingilnin	hakanxo janxalaken mi̥ngi̥lgin
als die Linke.	nikitwuxin awwaw-xal.	katwuxkitog awwaw mingik.
Das Haar ist lang und dünn.	kik̆wi̥ju ni̥wlixin, nigti̥xin.	kik̆wi̥i ni̥wlixin, nejeti̥xi̥n.
Das Blut ist roth.	mulumul ni̥ri̥ri̥xin.	mullumul ni̥itk̆ixin.
Knochen sind hart wie Stein.	at'hamit ni̥kti̥xin awutmarkie wuwwun.	at'amu ni̥kti̥xi̥naw texen wuwwun.
Fische haben (an — sind) Augen, Ohren nicht.	innen'kin warkin li̥lat wi̥lut ēwilukilgin.	inni̥k kotwag li̥lat, wilut uine.
Dieser Vogel fliegt langsam,	ell'on-xun galgat ri̥negigii menra	hutk̆in hailgi kuñilatog mek̆inne = laleta.
er setzt sich dort auf die Erde.	notxen wakogogi nutek̆xin	inno kotwagalok nutelxen.

	Tschuktschisch.	Korjakisch.
er hat (ihm sind) Federn auf den Flügeln, schwarze.	nun'xenin tinit relelilin uwrin.	inik tigu (= tiku) ilik nuxinaw.
Der Schnabel kurz.	jexajax kok niwrixin.	igit'am nikwixin.
Der Schwanz (ist) kurz.	norgin kixmixin.	koigin niimixin
In seinem Neste sind weisse Eier.	inik-oxrox kikijolgon igilgin ligligit.	inik kitkijolgik nilgixinaw ligligu.
Auf dem Baume sind grüne Blätter, dicke Aeste.	utik xonalnän xanalnin, nohomkin itil.	uttik nuetilgixen wutwutu, noomxenaw illu.
Das Feuer brennt, wir sehen Rauch, Flamme und Kohlen.	milgin nirerkin, muri minlogokin nisnil, waren ninetihatkin, wilxiwil.	milgin kungletog, muju mit'kuluugin ipiip, konnoklatog, wilxu.
Das Wasser im Flusse fliesst schnell.	mimil'wejemik legerenkin kohuk teletirkin.	mimil wejemik kuk'alig niixeew.
Der Mond ist grösser als die Sterne, aber kleiner als die Sonne.	katame parok analinik, kitog nimxaga tirkitir.	kilxin nimeigaw liläpikak, ippuliôk tiikik.
Gestern Abend regnete es.	aiwe aiweña nilemuru ilil'.	aigiwe aigiweña ni muxetxin
An diesem Tage (heute) Morgen sah ich einen Regenbogen.	notxen ikinit kinmil tilegun hinmil tirki xemkukgen.	huten alo jexmitiw tileun hummo ēkekak.
In der Nacht ist es dunkel	nikita ērgatik awan elin wut'ximkiku.	nikita katog wutxek.
bei Tage ist es hell.	inen halo ērgati.	alo nekgixet.

Corrigenda.

---

im Wörterbuche p. 32 s. v. *Bär* lies: uomkó für komkó.
» 32 s. v. *blasen* lies: mittóēn für mentóen.
» 33 s. v. *Brod* lies: pintēkiǩin für pintèkịǩik.
» 33 s. v. *Boot* lies: enda hättwut für enda hättwul,
» 34 s. v. *dunkel* lies: wuǩum ǩiku für wuǩkum ǩiku.
» 34 s. v. *einathmen* lies: ueorgín für neorgín.
» 35 s. v. *fett* lies: mítkamịt für mịn'kamit.
» 36 s. v. *Freund* lies: inaglä M. S., innál'ēk R.
» 36 s. v. *froh* lies: geraitim für geraitiin und kargáuettin für kargánettin.
» 36 s. v. *Frost* lies: ǩaxǩan für ǩaxkan.
» 36 s. v. *Fuchs* lies: rekokalgin für kekokalgin.
» 36 s. v. *Gans* lies: *Anas bernicla* für Anas bernicla.
» 37 s. v. *Gurt* lies: riikit für riiǩit.
» 42 s. v. *Loch* lies: ǩimatịrgin für ǩimalirgin.
« 42 s. v. *liebkosen* lies: nirēētken, nitei iunken für nireetken niteiiunken.
» 47 s. v. *schaden* lies: amat'kinēetta für kineètta.
» 47 s. v. *schmerzhaft* lies: ṅeētaléuljin für ṅeelalèulin.
» 48 s. v. *schwanger* liess: tookēlen für toopeten.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE.
Tome III, N° 11.

DIE

OBERSCHULTERHAKENSCHLEIMBEUTEL

(Bursae mucosae supracoracoideae),

eine Monographie mit Vorbemerkungen,

enthaltend

Beiträge zur Anatomie der Regio infraclavicularis und deltoidea.

Von

Professor Dr. **Wenzel Gruber.**

(Mit 3 Tafeln.)

Der Akademie vorgelegt am 8. Febr. 1861.

St. PETERSBURG, 1861.

Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften:

in St. Petersburg	in Riga	in Leipzig
Eggers et Comp.,	Samuel Schmidt,	Leopold Voss.

Preis: 60 Kop. = 20 Ngr.

Gedruckt auf Verfügung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
K. Vesselofski, beständiger Secretär.
Im April 1861.

Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

DIE

OBERSCHULTERHACKENSCHLEIMBEUTEL

(BURSAE MUCOSAE SUPRACORACOIDEAE)

eine

MONOGRAPHIE

mit Vorbemerkungen, enthaltend Beiträge zur *Anatomie* der *Regio infraclavicularis* und *deltoidea.*

von

Professor Dr. **Wenzel Gruber.**

Untersuchungen, die ich seit 1850 über die Schulterschleimbeutel (*Bursae mucosae scapulares*) anstellte, belehrten mich, dass deren *Anatomie* noch keineswegs abgeschlossen sei.

Ein *Genus* derselben, das die Schleimbeutel in sich begreift, welche ich Oberschulterhackenschleimbeutel (*Bursae mucosae supracoracoideae*) nenne, ist besonders ungenügend gekannt. Von den fünf (bis sechs) Schleimbeuteln, welche ich als dazu gehörig kenne, waren bis 1857 sogar nur zwei und auch diese nicht allseitig beschrieben. Die von mir entdeckten drei übrigen, worunter gerade die zwei sind, welche sich, ausser einer beträchtlichen Grösse, durch Verwehrtung für die *praktische Chirurgie* vor allen auszeichnen, habe ich allerdings in zwei meiner Schriften [1]) in Kürze erwähnt, konnte sie jedoch damals vollständig noch nicht abhandeln, eben weil meine Untersuchungen über sie noch nicht zum völligen Abschlusse gediehen waren.

Nachdem ich aber jetzt sowohl die bekannten als auch die neuen Oberschulterhackenschleimbeutel in einer *enormen* Zahl von Fällen untersucht habe, und dieselben

---

[1]) Die ***Musc. subscapulares*** (*major et minor*) und die neuen ***supernumerären*** Schultermuskeln d. ***M. — Mém. des Sav. étrang. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg.*** Tom. VIII, p. 253—254. Besond. Abdr. St. Petersburg und Leipzig 1857 4⁰. p. 35—36. — ***Vorläufige Mittheilung*** über die Oberschulterhackenschleimbeutel. — ***Bull.*** Tom. I, p. 448.; ***Mélang. biolog.*** Tom. III, p. 351.

in allen Beziehungen möglichst kennen gelernt zu haben glaube, schreite ich zur Herausgabe einer ausführlichen *Monographie* derselben. Damit geselle ich zu meinen bereits gelieferten Arbeiten über die Schleimbeutel eine neue, und erfülle zugleich ein Versprechen, welches ich *Einer Akademie* in einer *Note* v. J. 1859 gegeben hatte.

Zum Verständnisse ihrer Lage musste ich der Beschreibung Bemerkungen, die eine Reihe neuer *Beiträge* zur *Anatomie* der *Regio infraclavicularis* und *deltoidea* enthalten, vorausschicken.

Die Schrift schliesst mit einigen *praktisch-chirurgischen* Folgerungen.

I. ABSCHNITT.

VORBEMERKUNGEN.

An der unteren Seite der *Clavicula* existirt eine bis jetzt nicht genügend hervorgehobene dreieckige Stelle, welche die obere Wand zweier bis jetzt nicht unterschiedener *osteofibröser Kapseln* zur Aufnahme der Oberschulterhackenschleimbeutel bilden hilft. Die Kapseln haben ihre Lage in zwei zwischen der *Clavicula* und dem *Processus coracoideus* des Schulterblattes befindlichen dreieckigen Räumen und entstehen durch eine bis jetzt nicht aufgestellte Anordnung der *Fascien.*

Manche Betrachtungen über die *Clavicula;* einige Worte über die zwei aufgestellten *Trianguli coraco-claviculares;* die Beschreibung der *Fascia coraco-clavi-costalis*, namentlich deren neu aufgefasste *Portio coraco-clavicularis,* welche die Bildung zweier *Capsulae triangulorum coraco-clavicularium* veranlasst; die Berücksichtigung der *Vagina m. deltoidei* und der *Semivagina articulationis humero-scapularis;* und die Erwähnung der *Vagina m. pectoralis majoris* und der *Fascia fossae infra-clavicularis superficialis* werden daher nicht überflüssig sein. Sie können aber überschlagen werden, wenn sie nicht gefallen.

Zur **Clavicula.**

Abgesehen vom Ansatze des *M. subclavius* an das Schlüsselbein, aber mit Rücksicht auf die anderen Muskeln, welche von demselben entspringen oder an dasselbe sich inseriren, namentlich mit Rücksicht auf den Ursprung des *M. pectoralis major* und des *M. deltoideus* von demselben, können an demselben drei *Portionen*, deren Ausdehnung eine andere ist, als die derselben bei anderen Eintheilungen, unterschieden werden: d. i. eine *Sternalportion*, *Acromialportion* und das Zwischenstück. Die *Sternalportion* begreift das Stück, von dem die *Portio clavicularis* des *M. pectoralis major* und der *Cleidomastoideus* entspringt; die

Acromialportion das, von dem die *Portio clavicularis* des *M. deltoideus* entspringt und an das der *M. cucullaris* sich inserirt; das Zwischenstück endlich das, welches die Grenze zwischen der *Fossa supra-* und *infraclavicularis* bildet, und mit Ausnahme ihrer unteren Seite von Muskelinsertion frei ist. Es muss hierbei natürlich von jenen Ausnahms-Fällen abgesehen werden, in welchen die *Clavicularportion* des *M. pectoralis major* ganz fehlt (*Nuhn*), oder nur schmal ist (*Ich*); oder in welchen der Ursprung des *M. pectoralis major* am Schlüsselbeine bis knapp zum Ursprunge des *M. deltoideus* sich erstreckt (*Ich* mehrmals); oder in welchen die *Clavicularportion* des *M. deltoideus* ganz (*Otto*, *Ich*) oder fast ganz (*Ich*) mangelt; oder der *M. pectoralis major* und *deltoideus* nur einen Muskel bildeten (*Hyrtl* 1 mal, *Ich* 6 mal einseitig oder beiderseitig, wobei die *Vena cephalica* 1mal fehlte, in den übrigen Fällen als ein meistens schwaches Gefäss über die dem *M. deltoideus* entsprechende *Portion* und über das Schlüsselbein zur *Vena jugularis externa posterior* verlief); oder der *M. deltoideus* die *Clavicularportion* des *M. pectoralis major* ersetzt (*Seiler*); oder, wie meines Wissens von anderen *Anatomen* noch nicht, von mir[1]) aber in drei Fällen beobachtet wurde, der *M. subclavius* fehlt und durch einen Muskel, *M. scapulo-costalis minor*, substituirt wird, welcher vom oberen Rande des Schulterblattes *medianwärts* von der *Incisura* desselben entsteht, in einer eigenen Scheide eingeschlossen hinter dem Schlüsselbeine und der *Fascia coraco-clavicularis propria*, von beiden durch einen langen und breiten dreieckigen Raum getrennt, verläuft, endlich in eine schmale Sehne übergeht, die mit dem *Lig. costo-claviculare* zusammenhängt, das Schlüsselbein hinter dem vorderen Viertel seiner Länge von unten kreuzt und am ersten Rippenknorpel sich inserirt. Die *Sternalportion* ist die längste und stärkste, die *Acromialportion* die breiteste, das Zwischenstück die kürzeste und schwächste *Portion.* Unter 60 Schlüsselbeinen, welche im frischen Zustande, mit ihren Knorpeln an beiden Enden, und längs der Krümmung ihrer vorderen Seite gemessen wurden, und Individuen verschiedenen Alters von 12ten oder 15ten Jahre aufwärts angehörten, betrug das *Min.* der Länge 10—11 Cent. 5 Mm., das *Max.* 16 Cent. 5 Mm., das *Med.* 14,1 Cent. Davon kam auf die *Sternalportion* im *Min.* 4,0 Cent., im *Max.* 9,0 Cent., im *Med.* 6,2862 Cent.; auf die *Acromialportion* im *Min.* 3,7 Cent., im *Max.* 7 Cent., im *Med.* 5,323 Cent.; auf das Zwischenstück im *Min.* 6 Mm., im *Max.* 3 Cent. 5 Mm., im *Med.* 2,148 Cent. Das *sternale* Ende war unter 60 Fällen an 19 d. i. fast in $\frac{1}{3}$ d. F. vom Ursprunge des *M. pectoralis major* frei, und zwar in einer Strecke von 3 Mm. im *Min.*, 2 Cent. 5 Mm. im *Max.*, und 1,2384 im *Med.* Sollte sonach Home[2]), der als *Med.* der Länge des Schlüsselbeines bei den Franzosen 15 Cent., bei den Engländern $12\frac{1}{2}$ Cent. angibt, die Messung auf die oben angegebene Weise vorgenommen haben, so würde das Schlüsselbein bei den Russen in Rücksicht seiner Länge in der Mitte zwischen dem jener Nationen stehen. Das *Max.* d.

[1]) W. Gruber. *Neue Anomalien.* Mit 7 Taf. Berlin 1849. 4⁰. p. 20. — Die *supernumerären Brustmuskeln* des Menschen. Mit 2 Taf. *Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg.* Tom. III. № 2. u. besond. Abdruck St.-Petersburg und Leipzig 1860. 4⁰. p. 8.

[2]) *Bull. de Férussac.* Tom. XX. p. 324. Bei *Malgaigne Traité d'anat. chir. 2. édit.* Tom. II. Paris 1859. p. 573.

*

Länge kann allerdings auf 17—18 Cent. und + steigen, allein dann ist die Messung an der oberen Fläche und von einem äussersten Punkte zum anderen vorgenommen worden.

Abgesehen von dem sehr verschieden gestalteten *sternalen* Ende des Schlüsselbeines wird die *Sternalportion* bald und gewöhnlich dreiseitig prismatisch, bald und selten vierseitig gefunden. Im ersteren Falle ist sie bald mehr von oben und vorn nach unten und hinten, bald mehr von vorn, oder vorn und unten, nach hinten und bisweilen so *comprimirt*, dass ihre obere Fläche mehr ein Rand und in *sagittaler* Richtung um die Hälfte schmäler ist als in *verticaler*. Dort zeigt sie eine obere vordere, eine hintere und eine untere Fläche, hier eine obere, eine vordere, oder vordere untere, und eine hintere Fläche; dort einen vorderen unteren, einen oberen hinteren und einen unteren hinteren Rand, hier einen vorderen (oberen), hinteren (oberen) und unteren Rand; dort entspringt der *M. pectoralis major* von dem vorderen Theile der vorderen oberen Fläche, hier von der vorderen oder vorderen unteren Fläche; dort läuft der *Sulcus clavicularis* an der unteren Fläche, hier am unteren Rande oder hinter diesem an der hinteren Fläche. Im letzteren Falle zeigt sie eine obere, untere, vordere und hintere Fläche, einen oberen vorderen, unteren vorderen oberen hinteren und unteren hinteren Rand; entsteht der *M. pectoralis major* von der vorderen Fläche; verläuft der *Sulcus clavicularis* an der unteren Fläche. Die *Acromialportion* ist immer von oben nach unten *comprimirt*, mit einer oberen und unteren Fläche, einem vorderen und hinteren Rande versehen, aber der hintere Rand ist nicht selten mehr eine Fläche als ein Rand. An der oberen Fläche hinter dem vorderen Rande ist meistens eine lange, mehr oder weniger breite, flache, sichelförmige, rauhe oder selbst zackige *Depression* für den Ursprung des *M. deltoideus* zu sehen. Ich habe mehrere Male bei sehr robusten *Individuen* einen dreieckigen von oben nach unten platt gedrückten Fortsatz vom *medialen* Ende dieser *Depression* nach vorn hervorstehen gesehen, von dem ein starkes den *Sulcus deltoideo-pectoralis* zunächst begrenzendes Bündel des *M. deltoideus* entsprang. Dieser Fortsatz darf nicht mit einer *Exostose* verwechselt werden. Das Zwischenstück ist meistens von oben nach unten *comprimirt*, abgerundet dreiseitig, selten abgerundet vierseitig. Seine untere Fläche ist vom *Sulcus clavicularis* meistens ausgehöhlt oder doch platt. Der vordere Theil seiner oberen Fläche ist zwischen die Fläche des Ursprunges des *M. pectoralis major* und die Stelle des Ursprunges des *M. deltoideus* eingeschoben.

Häufig ist ein *Sulcus clavicularis* zum Ursprunge oder zur *Insertion* des *M. subclavius*, seltener statt desselben eine platte rauhe Fläche, und ganz selten statt desselben eine erhöhte rauhe Linie oder ein erhöhter rauher Streifen zugegen. Der *Sulcus* erstreckt sich bald von der *Tuberositas costalis* bis zur *Tub. scapularis*, und zwar zu deren hinterem Ende, oder vor deren hinteres Ende; bald ist er nur streckweise, und dann nur am Zwischenstücke oder nur an der *Acromialportion*, zugegen. Am schmalsten ist derselbe an der *Sternalportion* und beginnt hier zugespitzt, wird dann allmälig und selbst bis 12 Mm. breit. Am *acromialen* Ende ist er gern unabgegrenzt und verfliesst allmälig mit der unteren Fläche der *Acromialportion*, medianwärts von der *Tub. scapularis*. Bei der einen Art der

dreiseitig prismatischen Gestalt und der vierseitigen Gestalt der *Sternalportion* liegt er an deren unterer Fläche; bei der anderen dreiseitig prismatischen Gestaltart an deren unterem Rande, oder hinter diesem an der hinteren Fläche, an dem Zwischenstücke und der *Acromialportion* knapp am hinteren Rande an der unteren Fläche. Seine hintere Kante fällt mit dem hinteren Rande der *Clavicula* zusammen.

Die vordere Kante des *Sulcus clavicularis* fällt an der *Sternalportion* gewöhnlich mit dem vorderen Rande (oder vorderen unteren, oder unteren) zusammen, liegt aber auch bisweilen und selbst in beträchtlicher Strecke davon rückwärts; läuft am Zwischenstücke meistens und an der *Acromialportion* immer hinter deren vorderem Rande, und zwar *median*wärts vom hinteren Höcker der *Tuberositas scapularis* in einer Entfernung von 6 – 10 Mm. und mehr. Es bleibt somit *medianwärts* von der *Tub. scapularis* in der ganzen Breite des Schlüsselbeins und vor dem *Sulcus clavicularis* an der *Acromialportion* und dem Zwischenstücke eine mehr oder weniger grosse, freie, dreieckige Stelle übrig, welche sich selbst bis zur *Tub. costalis* als schmaler Streifen fortziehen kann.

Triangulus coraco-clavicularis lateralis et medialis.

Die *Anatomen* und *Chirurgen* sprechen nur von einem *Triangulus coraco-clavicularis*. Ich unterscheide deren zwei, wovon ich den einen: *Triangulus coraco-clavicularis lateralis s. externus s. coraco-acromio-clavicularis*, den anderen: *Triangulus coraco-clavicularis medialis s. internus* nenne.

Der *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* = *T. coraco-clavicularis auct.* = *T. coraco-acromialis Velpeau*, liegt zwischen dem *lateralen* (äusseren) Rande des *Processus coracoideus*, dem *Acromialtheile* des Schlüsselbeines, lateralwärts vom *Processus coracoideus*, und der Spitze des *Acromion*. Demselben entspricht die *Depressio coraco-clavicularis auct.* der Schulter. In demselben ist das *Ligamentum coraco-acromiale*, welches rückwärts in die *Fascia supraspinata*, vor- und abwärts in die *Semivagina articulationis humero-scapularis* sich fortsetzt, straff; darüber, vorn damit verwachsen hinten durch Bindegewebe und Fett getrennt, der *laterale* Theil (Wurzel) des oberflächlichen Blattes der *Fascia coraco-clavicularis propria* schlaffer ausgespannt. Ueber beiden von Bindegewebe und Fett umgeben laufen die *Vasa acromialia*, worüber der das Ganze deckende *M. deltoideus* liegt. Die Kenntniss der *Depressio* und des *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* ist durch die *Enucleation* des Oberarmes aus dem Schultergelenke, durch Einstechen mit gleichzeitigem Oeffnen der Gelenkkapsel mit nachfolgender *Doppellappenbildung*, nach der Methode von Lisfranc und Champesme und nach der von Hesselbach, wichtig geworden.

Der *Triangulus coraco-clavicularis medialis* liegt, zwischen der *medialen* (inneren) Seite des *Processus coracoideus* einerseits, dem Schlüsselbeine, *medianwärts* vom *Ligamentum coraco-claviculare*, und dem *M. subclavius* andererseits, im Boden der *Fossa infraclavicularis*,

auswärts auch unter dem *M. deltoideus*, einwärts unter dem *M. pectoralis major*. In demselben ist das tiefe Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria* straff und darüber, durch Bindegewebe und Fett oder zwei Arten Schleimbeutel geschieden, der *mediale* Theil des oberflächlichen Blattes derselben *Fascia* schlaff ausgespannt. Ueber diesen Blättern ist eine Fettschicht ausgebreitet, die selbst wieder von der *Fascia fossae infraclavicularis superficialis* zugedeckt ist. In der Fettschichte zwischen der *Fascia coraco-clavicularis propria* und der *F. fossae infraclavicularis superficialis* verlaufen die *Vasa acromialia* und die *Vena cephalica* in jenen Fällen, in denen sie sich über das Schlüsselbein nach aufwärts begibt, um in die *Vena subclavia* oder die *Vena jugularis externa* einzumünden, oder in jenen bis jetzt nicht gekannten Fällen, in welchen sie durch einen Kanal oder ein Loch, zwischen dem Schlüsselbeine und dem *M. subclavius*, verläuft, um in die *Vena subclavia* sich zu öffnen, oder auch manchmal bei sonst normaler Einmündung in die *Vena axillaris*, bevor sie die *Fascia coraco-clavi-costalis* vor dem strangförmig vorspringenden Rande der *Fascia coraco-clavicularis propria* durchbohrt. Da zwischen den im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* ausgespannten Blättern der *Fascia coraco-clavicularis propria* Schleimbeutel und bisweilen von grossem Umfange vorkommen, welche erkranken und Geschwülste, die verkannt werden dürften, bedingen können; so verdient der *Triangulus coraco-clavicularis-medialis* ebenfalls hervorgehoben zu werden.

Fascia coraco-clavi-costalis.

Fascia coraco-clavi-costalis ist die *Aponeurose*, welche die vordere Wand der Achselhöhle austapeziret und den *M. subclavius* nebst dem *M. pectoralis minor*, durch Theilung in Blätter, einhüllt. Sie liegt hinter dem *M. pectoralis major* und seiner *Vagina*, die ganz oder doch grösstentheils zellig ist, davon durch ein *laxes* Bindegewebe oder häufig durch eine Fettschicht, und durch die bekannten Gefässe und Nerven getrennt. Ihre Stärke variirt an ihren verschiedenen Stellen, ist in nächster Nähe des Schlüsselbeines und des *Processus coracoideus* des Schulterblattes am stärksten, darunter lateralwärts stärker als medianwärts, und im Bereiche des *Triangulus subpectoralis* und gegen die Rippen oft nur zellig. Sie verläuft vom *Processus coracoideus* ein- und etwas rückwärts, um sich an das Schlüsselbein zu inseriren; ein- und abwärts, um in die *Fascia intercostalis externa* überzugehen; abwärts, um lateralwärts das vordere Blatt der *Vagina* für den *M. coracobrachialis* und das *Caput breve m. bicipitis* bilden zu helfen und mit der *Fascia subscapularis* und *Fascia brachii* etc. zusammen zu hängen, *medianwärts* aber, um hinter dem Rande des *M. pectoralis major* in die *Fascia foveae axillaris* umzubeugen.

An derselben sind immer zwei durch ihre Stärke und ihre fast rechtwinklig zu einander gestellte Lage deutlich abgegrenzte *Portionen* d. i. eine obere, ganz kleine sehr starke — *Fascia coraco-clavicularis* —, und eine untere ganz grosse, schwache — *Fascia coraco-costalis* — zu unterscheiden.

Fascia coraco-clavicularis.

Die *Fascia coraco-clavicularis* ist im weiteren und engeren Sinne zu nehmen.

Die *Fascia coraco-clavicularis sens. lat.* ist die ganz obere, schmale, aber stärkste *Portion* der *Fascia coraco-clavi-costalis,* welche im äusseren Winkel und im oberen Theile des *Triangulus clavi-pectoralis* vom *Processus coracoideus* längs des Schlüsselbeins, daselbst den *M. subclavius* einhüllend, zur ersten Rippe hinüber setzt, d. i. die im und über dem *Triangulus coraco-clavicularis medialis* ausgespannte *membranöse Portion* + der *Vagina* für den *M. subclavius.* Die *Fascia coraco-clavicularis sens. strict. s. propria* ist aber die, theils im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* theils über diesem, vom *Processus coracoideus* und aus dem *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* zur *Clavicula* und zum freien Rande des *M. subclavius* quer hinübergespannte, und im Grunde der *Fossa infraclavicularis* liegende *membranöse Portion* allein.

Die *Fascia coraco-clavicularis* ist keineswegs nur ein einfaches Blatt, wie man allgemein annimmt, sondern besteht immer aus zwei völlig von einander geschiedenen Blättern, einem oberflächlichen — *Lamina superficialis* — und einem tiefen — *Lamina profunda.*

Das tiefe Blatt (*Fascia fossae infraclavicularis profunda*) entsteht von dem oberen Rande der *medialen* Fläche des *Processus coracoideus*, oder von dieser Fläche selbst namentlich an dessen *Basis* mehr oder weniger tief, von dessen Spitze, bald über bald unter der *Insertion* der Sehne des *M. pectoralis minor*, bis zu seiner *Basis* und dem *Ligamentum conoideum.* Es springt von da als eine dreieckige und horizontal gelagerte *Membran* im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* zum freien Rande des *M. subclavius* nach ein- und etwas rückwärts hinüber, gehört bis dahin der *Fascia coraco-clavicularis propria* an. Hier angekommen theilt es sich in zwei Blätter, ein vorderes oberes und hinteres unteres. Jenes ist stark, bedeckt die vordere Fläche des Muskels und heftet sich an die vordere Kante des *Sulcus clavicularis;* dieses ist schwach, bedeckt die hintere Fläche des Muskels, heftet sich an die hintere Kante des letzteren und geht *medianwärts* in das *Ligamentum costo-claviculare, lateralwärts* in das *Ligamentum conoideum* über. Durch diese Anordnung bildet das tiefe Blatt mit dem Schlüsselbeine eine *osteo-fibröse Vagina* zur Aufnahme des *M. subclavius*, welche + der *Fascia coraco-clavicularis propria* die *Fascia coraco-clavicularis sens. lat.* ausmacht. Dasselbe ist eine ganz horizontal liegende straff ausgespannte, starke, ganz oder doch in ihrem vorderen Theile, bestimmt immer an ihrem vorderen Rande *aponeurotische*, dreieckige *Membran*, die zwei Flächen und drei Ränder zeigt. Von den beiden Flächen sieht die obere gegen das oberflächliche Blatt, die untere in das *Cavum axillare.* Von den Rändern steht der äussere mit der *medialen* Seite des *Processus coracoideus* in Zusammenhang, grenzt der hintere an den freien Rand des *M. subclavius* und erscheint der vordere als ein scharfer ganz straff gespannter fibröser Strang. Längs des äusseren Randes ist es so lang als die Länge der *medialen* Seite des *Processus coracoideus*, von einem Punkte hinter seiner

Spitze bis zum Ursprunge des *Ligamentum conoideum* an seiner *Basis* beträgt. An seinem hinteren Rande misst es 3—4½ Cent., an seinem vorderen Rande 3 Cent. — 5 Cent. 3 Mm. Seine innerste Spitze erreicht die Mitte der Länge des Schlüsselbeines, kann aber auch ½—1 Cent. über diese hinaus *medianwärts* sich erstrecken, oder ½ Cent. hinter dieser Mitte liegen. Vom *acromialen* Ende der *Clavicula*, d. i. von der *Articulatio acromio-clavicularis* steht es bis 3 Cent. ab. Diese Messungen, verglichen mit den Messungen der Länge des Ursprunges des *M. deltoideus* und *M. pectoralis major* an dem Schlüsselbeine, ergeben: dass gewöhnlich nur sein mittlerer Theil im Bereiche der *Fossa infraclavicularis*, sein äusserer Theil jedoch unter dem *M. deltoideus* und noch mehr sein innerer Theil unter dem *M. pectoralis major* liege.

Das oberflächliche Blatt (*Fascia fossae infraclavicularis media*) entspringt mit zwei Wurzeln, einer *lateralen* und einer *medialen*. Die *laterale* Wurzel ist eine dreieckige *Membran*, die im *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* liegt, und bald nur zellig, bald deutlich *aponeurotisch* ist. Sie bildet bald eine vollständige *Membran*, bald ist sie durch Lücken unterbrochen. Zuweilen ist sie durch vereinzelnte, parallel neben einander liegende Fasern oder Faserbündel ersetzt. Dieselbe geht vorn in verschiedener Strecke aus dem *Ligamentum coraco-acromiale*, mehr oder weniger nahe dem vorderen Rande desselben, manchmal in dessen ganzen Breite vom *Acromion* bis zum *Processus coracoideus* hervor, und entspringt hinten von dem vorderen Rande der *Acromialportion* des Schlüsselbeines bis gegen den *Processus coracoideus*. Die *mediale* Wurzel entspringt von der oberen Fläche des *Processus coracoideus* oder auch vom *lateralen* Rande desselben, hinter dessen Spitze, *lateralwärts* von der *Insertion* der Sehne des *M. pectoralis minor* bis zum *Ligamentum trapezoideum*, oder geht bis dahin auch aus dem *Ligamentum coraco-acromiale* hervor, ausserdem auch von der *medialen* Seite der *Basis* des *Processus coracoideus* über dem tiefen Blatte bis zum *Ligamentum conoideum*. Bisweilen geht es zugleich vom vorderen Rande des *Ligamentum trapezoideum* aus, und schliesst, auch ohne Beihülfe der *lateralen* Wurzel, den zwischen dem *Ligamentum trapezoideum* und *conoideum* gelegenen winkligen Raum zu einer Kapsel. Diese Wurzel ist bald nur zellig, bald nur vorn *aponeurotisch* und bisweilen im Bereiche des *Ligamentum coraco-claviculare* stark fibrös. Sie ist bald vollständig, bald im Bereiche des *Ligamentum coraco-claviculare*, also rückwärts, *defect*. Nachdem die *laterale* Wurzel das *Ligamentum trapezoideum* gekreuzt hat, verschmilzt sie, theils *medianwärts* vom *Processus coracoideus* theils über diesem, mit der *medialen*. Das so gebildete oberflächliche Blatt verläuft nun über dem tiefen Blatte quer nach einwärts, und inserirt sich mit seinem hinteren Rande allmälig an den vorderen Rand der noch übrigen *Acromialportion* des Schlüsselbeines, dann an das Zwischenstück desselben, in bald längerer bald kürzerer Strecke, endlich ganz *medianwärts* vereiniget es sich mit dem vorderen (oberen) Blatte der *Vagina* des *M. subclavius*, immer in einiger Entfernung vom vorderen Rande des tiefen Blattes, während sein vorderer Rand mit dem gleichnamigen Rande des tiefen Blattes, oder doch mit der oberen Fläche des letzteren nahe jenem Rande, verschmilzt. Der bald vollständige, bald durchbrochene Theil

der *medialen* Wurzel aber, welcher an der *Basis* des *Processus coracoideus* entsteht, setzt sich an die untere Fläche des Schlüsselbeines, *medianwärts* von einer platten Stelle, die *lateralwärts* von der *Tuberositas scapularis* begrenzt wird, und geht hinten in die *Vagina m. subclavii* und in das *Ligamentum conoideum* über. Dasselbe ist eine fast horizontal liegende, nicht nur in dem *Triangulus coraco-clavicularis medialis* und über dem tiefen Blatte, sondern auch über dem *Processus coracoideus* und in dem *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* schlaffer ausgespannte, schwächere, fibrös-zellige und ebenfalls dreieckige *Membran*. Von den beiden Flächen sieht die obere in die *Fossa infraclavicularis* etc., die untere gegen das tiefe Blatt, den *Processus coracoideus* und das *Ligamentum coraco-acromiale*. Von den Rändern ist der äussere ein schiefer, setzt sich der hintere an den vorderen Rand der *Clavicula* etc.; und verwächst der vordere Rand mit dem gleichnamigen des tiefen Blattes, oder daneben mit des letzteren oberen Fläche. Es reicht über den *Processus coracoideus* in den *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* d. i. viel weiter nach aussen als das tiefe Blatt, jedoch weniger weit nach innen, und seine innere Spitze verwächst mit dem tiefen Blatte bis 2 Cent. *lateralwärts* von dessen gleichnamiger Spitze. Sein äusserer im *Triangulus coraco-clavicularis lateralis* und über dem *Processus coracoideus* gelagerte Theil ist vom *M. deltoideus* bedeckt, sein innerer Theil liegt aber gewöhnlich ganz in der *Fossa infraclavicularis* frei zu Tage.

Da das oberflächliche Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria*, welches lateralwärts und vorn mit dem *Ligamentum coraco-acromiale*, *medianwärts* und vorn mit dem tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* verschmilzt, diese und den *Processus coracoideus* des Schulterblattes überspringt, rückwärts am Sclüsselbeine von denselben absteht; so muss im *Triangulus coraco-clavicularis lateralis*, über dem *Processus coracoideus* und im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* eine grosse dreieckige, von oben nach unten *comprimirte Kapsel* entstehen, deren Spitze der des *Processus coracoideus* entspricht, deren *Basis* an und unter dem Schlüsselbeine liegt. Durch seine *mediale* Wurzel, die von dem *lateralen* Theile der Spitze des *Processus coracoideus* in schiefer Richtung über dessen obere Fläche zur *medialen* Seite seiner *Basis* bis zum *M. subclavius* und dem *Ligamentum conoideum*, und unter das Schlüsselbein zieht, wird diese Kapsel wieder in zwei geschieden, in eine *laterale* und in eine *mediale*.

Die *laterale*, *Capsula trianguli coraco-clavicularis lateralis*, liegt grösstentheils im *Triangulus coraco-clavicularis lateralis*, hat jedoch in dem zwischen dem *Ligamentum trapezoideum* und *conoideum*, dem Schlüsselbeine und der *Basis* des *Processus coracoideus* befindlichen Raume auch einen Anhang in dem *Triangulus coraco-clavicularis medialis*. Dieser Anhang ist aber bisweilen und dann davon abgeschlossen, wenn die *mediale* Wurzel des oberflächlichen Blattes auch aus dem vorderen Rande des *Ligamentum trapezoideum* hervorgeht. Sie ist nach rückwärts unter dem *Fornix acromio-clavicularis* bald offen, bald verschlossen. Letzteres geschieht dann, wenn das *Ligamentum coraco-acromiale* auch von der *Capsula acromio-clavicularis* und von dem *acromialen* Ende des Schlüsselbeines mit Bündeln

entsteht und mit dem *Ligamentum trapezoideum* zusammenhängt, also die Lücke zwischen dem *acromialen* Ende des Schlüsselbeines, dem *Ligamentum trapezoideum* und *Ligamentum coraco-acromiale* verschliesst. Dieselbe enthält Fett und Bindegewebe oder einen Schleimbeutel, die *Bursa mucosa supracoracoidea lateralis posterior;* ihr Anhang ein *laxes* Bindegewebe und Fett (ersteres häufiger nur allein als letzteres), oder einen Schleimbeutel, die *Bursa mucosa supracoracoidea medialis posterior.* Das Fett und Bindegewebe derselben ist verhindert über das *Ligamentum coraco-acromiale* hinaus, unter den *M. deltoideus* sich auszubreiten, hängt aber mit der Fett- und Bindegewebeschichte der *Fosca supraspinata* zwischen dem *M. cucullaris* und der *Fascia supraspinata*, aus oben angeführten Gründen, bald zusammen, bald nicht.

Die *mediale*, *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis*, liegt grösstentheils im *Triangulus coraco-clavicularis medialis*, theilweise aber auch auf dem *Processus coracoideus*, und der daselbst sich inserirenden Sehne des *M. pectoralis minor*, und zwar bald auf der ganzen Breite der oberen Fläche des ersteren, bald nur auf dem *medialen* Theile derselben bis rückwärts zum *Ligamentum trapezoideum.* Dieselbe ist viel grösser und weiter als die *laterale* und erstreckt sich immer unter das Schlüsselbein bis zum *M. subclavius.* Sie hat die Gestalt eines von oben nach unten *comprimirten Kegels* mit vorderer Spitze und hinterer *Basis.* Ihre obere Wand bildet grösstentheils das oberflächliche Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria*, hinten aber auch die untere Fläche des Schlüsselbeines an dessen *Acromialportion* und dem Zwischenstücke bis zum *Sulcus clavicularis;* ihre untere Wand wird grösstentheils vom tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria*, aber auch vorn und lateralwärts von der oberen Fläche des *Processus coracoideus* dargestellt. Ihre Spitze liegt auf oder hinter der des *Processus coracoideus;* ihre *Basis* aber wird durch den *M. subclavius* geschlossen. Sie ist bald abgeschlossen, bald nicht. Im letzteren Falle ist der hintere und *laterale* Theil der oberen Wand (= hintere Theil der *medialen* Wurzel des oberflächlichen Blattes der *Fascia coraco-clavicularis propria*) durchbrochen, wodurch sie mit dem Anhange der *lateralen* Kapsel in Verbindung steht. Sie enthält bald nur Fett und Bindegewebe, bald einen oder mehrere Schleimbeutel, mit oder ohne Fett in ihrer Umgebung, d. i. die *Bursa mucosa supracoracoidea medialis anterior.*

Der vordere (innere) Rand der *Fascia coraco-clavicularis propria* ist immer ihr stärkster Theil, welcher in Gestalt eines mehr oder weniger starken, fibrösen Stranges von der *medialen* Seite des *Processus coracoideus* hinter dessen Spitze, über oder unter der Sehne des *M. pectoralis minor*, beginnt, in schiefer Richtung, straff gespannt, gerade gestreckt, oder bisweilen etwas bogenförmig gekrümmt, *medianwärts* und rückwärts verläuft und am Rande des *M. subclavius* an der angegebenen Stelle endiget. Er gehört gewöhnlich nur dem tiefen Blatte an, manchmal aber beiden Blättern gemeinschaftlich. An ihm stossen die *Fascia coraco-clavicularis* mit der *Fascia coraco-costalis* winklig zusammen. Dieser Strang ist als ein scharfer leistenartiger Vorsprung in der *Fossa infraclavicularis* bei mageren Individuen zu sehen, sicher bei diesen und überhaupt bei allen Individuen mit weiter *Fossa*

infraclavicularis, ohne Rücksicht auf Muskelmächtigkeit und Beleibtheit zu fühlen, worauf übrigens Cruveilhier[1]), Quain-Sharpey[2]) u. A. schon aufmerksam gemacht haben.

Fascia coraco-costalis.

Die *Fascia coraco-costalis* ist die grosse, schwache und *verticale* Abtheilung der *Fascia coraco-clavicostalis*, die mit der *Fascia coraco-clavicularis* an dem vorderen Rande der *Fascia coraco-clavicularis propria lateralwärts* und an der *Vagina* für den *M. subclavius medianwärts* zusammenhängt. Sie liegt theilweise im *Triangulus clavi-pectoralis* und ist hier ein einfaches Blatt; am *M. pectoralis minor* ist sie in zwei Blätter gespalten, um diesen als Scheide zu dienen; im *Triangulus subpectoralis* kömmt sie wieder als einfaches Blatt vor.

Was Bourgery[3]) *Faisceau aponeurotique coraco-claviculaire antér.*, und Henle[4]), *Ligamentum coraco-claviculare anticum* nennt, ist nur der vordere Theil des oberflächlichen Blattes der *Fascia coraco-clavicularis propria.*

Jos. Weitbrecht[5]), *Ligamentum ex vagina m. subclavii enatum;* Bertin[6]), *Ligament oblique;* Blandin[7]), *Troisième ligament coraco-claviculaire* seiner *Aponévrose sousclavière;* Ross's[8]), *Coraco-claviculatligament*, was es nicht ist, aber über eine *ovale* Pforte, die oben von der *Clavicula*, unten von der ersten Rippe, innen vom *M. subclavius* und aussen vom *Ligamentum rhomboideum* und *trapezoideum* gebildet (!!) und wie das *Poupart'che Ligament* (??) herübergespannt sein soll —, wozu Ross's Phantasie gehört, um diese Unrichtigkeiten zu glauben. Jarjavay's[9]), *Bandelette* von der *Vagina m. subclavii* zur Spitze des *Processus coracoideus* und Führer's[10]) *Ligamentum subclaviculare*, was es nicht ist, — das durch Verwachsung d. *F. cervicalis profunda* und *F. coraco-clavicularis* entstehen soll —, was nicht wahr ist: sind = dem ganzen tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* oder einem Theile desselben.

Arnold's[11]), Hyrtl's[12]) u. A. *F. coraco-clavicularis;* Quain-Sharpey's[13]), *Costo-coracoid membrane;* Cruveilhier's[14]), *Aponévrose coraco-claviculaire s. F. subclavicularis:* sind = dem tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* + der *Vagina* des *M. subclavius.*

---

1) Traité d'anat. descr. 3e édit. Tom I. Paris. 1851, p. 455.
2) J. Quain. Elem. of anat. 5. edit. by Rich. Quain a. Will. Sharpey. Vol. I. London 1848, p. 433; 6. edit. by Will. Sharpey a. G. V. Ellis Vol. II. London, 1856, p. 198.
3) Bei Henle.
4) Handb. d. Bänderlehre d. M. Braunschweig 1856, p. 66. Fig. 52 cca.
5) Syndesmologia. Petropoli 1742 p. 25, 235, 236. Tab. II, Fig. 6. 7.
6) Traité d'osteologie. Tom. III. Paris 1754, p. 275.
7) Elém. d'anat. descr. Tom. I. Paris 1838, p. 276. 581.
8) Chir. Anat. d. Extremitaeten. Leipzig 1847, p. 81.
9) Traité d'anat. chir. Tom. II. part. I. Paris 1853, p. 225.
10) Handb. d. chir. Anat. Abth. I. Berlin 1857, p. 499.
11) Handb. d. Anat. d. M. Freiburg i. B. Bd. I. 1845, p. 617.
12) Handb. d. topogr. Anat. 3. Aufl. Bd. II. Wien 1857 p. 252 u. a. a. O.
13) l. c.
14) l. c.

*

P. N. Gerdy's[1]), *Ligamentum suspensorium axillae*, von dem *Velpeau* meint, es sei nur eine *Anomalie*, entspricht dem grössten Theile der *Fascia coraco-costalis*. Der Theil von K. Langer's[2]) *F. axillaris*, welcher die vordere Wand der Achselhöhle austapeziret, entspricht der *Fascia coraco-costalis*.

Henle's[3]) *F. coraco-pectoralis* + dem den *M. subclavius* deckenden Sehnenblatte, A. Lauth's[4]), Krause's[5]), Theile's[6]), d'Alton's[7]) u. A. *F. coraco-clavicularis;* Blandin's[8]) *Aponévrose claviculaire s. sous-clavière* + *A. sous-coracoidienne;* Velpeau's[9]), *Aponévrose clavi-axillaire s. coraco-claviculaire s. axillaire* und Richet's[10]), *Aponévrose clavi-coraco-axillaire* sind = unserer *Fascia coraco-clavi-costalis*.

Vagina m. deltoidei. — Semivagina articulationis humero-scapularis.

Die *Fascia infraspinata* theilt sich am hinteren Rande des *M. deltoideus* in zwei Blätter, ein äusseres und ein inneres, um die *Vagina m. deltoidei* grösstentheils zu bilden.

Das äussere oder oberflächliche Blatt der Scheide des Deltamuskels setzt sich nicht nur an die *Spina scapulae* und das *Acromion*, sonderu auch an den hinteren Rand der sichelförmigen rauhen Stelle der oberen Fläche des *Acromialtheiles* des Schlüsselbeines für den Ursprung des *M. deltoideus*, fest. Dasselbe geht abwärts in die *Aponeurosis brachii* über, und theilt sich am vorderen Rande des *M. deltoideus* wieder in zwei Blätter. Das eine davon springt über die *Fossa infraclavicularis* hinüber, das andere dringt in diese, verbindet sich von der Spitze des *Processus coracoideus* abwärts mit der Scheide des *Caput breve m. bicipitis* und des *M. coraco-brachialis* d. i. mit der *Fascia coraco-costalis*, oben aber mit dem *Processus coracoideus*, theils unmittelbar theils mit dem denselben deckenden oberflächlichen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria*.

Das innere oder tiefe Blatt der Scheide des Deltamuskels ist stärker, wenigstens nach oben *aponeurotisch*. Es setzt sich unter dem Ursprunge des *M. deltoideus* zwar auch an die *Spina scapulae* und das *Acromion*, nicht aber an das Schlüsselbein. Von der Spitze des *Acromion* angefangen schliesst es sich nämlich an den vorderen Rand des *Lig. coraco-acromiale*, wie die *Fascia supraspinata* an dessen hinteren Rand. An der Spitze des *Processus coracoideus* angekommen verschmilzt es mit dem *lateralen* Rande des *Caput breve* des *M.*

---

1) Anat. des formes extérieures du corps humain etc. Paris 1829 Deutsch Weimar 1831, p. 179. Note d.

2) Zur Anat. des M. latiss. dorsi. — Oester. med. Wochenschrift 1846 № 15, p. 455.

3) Handb. d. Muskellehre d. M. Braunschweig 1858 p. 94.

4) Neu. Handb. d. pract. Anat. Stuttgart, Leipzig und Wien. Bd. II. 1836, p. 276.

5) Handb. d. menschl. Anat. Hannover 1838, p. 242.

6) S. Th. Soemmerring. Muskellehre. Leipzig 1841, p. 192, 289.

7) Handb. d. mensch. Anat. Leipzig 1850, p. 196.

8) Traité d'anat. topogr. 2e édit. Paris 1834, p. 480. Nouv. élém. d'anat. descr. Tom. II. Paris 1838, p. 581, 603.

9) Traité compl. d'anat. chir. 3e édit. Bruxelles 1843. p. 304.

10) Traité prat. d'anat. méd.-chir. Paris 1857, p. 772.

biceps, deren Sehne auch von daher selbst wirkliche Fasern erhält, theils geht es in das vordere zarte Blatt der Scheide für diesen Muskel und den damit verschmolzenen *M. coraco-brachialis* über; nach rückwärts schickt es eine Verlängerung zur Vereinigung mit dem *Ligamentum coraco-humerale.* Nun läuft es hinter dem *Caput breve*, dem *M. biceps* und dem *M. coraco-brachialis* oben an die Spitze des *Processus coracoideus* angeheftet vorbei, und bildet die hintere Wand ihrer Scheide, geht endlich in die *Fascia subscapularis* über, die ausser den bekannten Stellen auch an die *mediale* Fläche des *Processus coracoideus* sich befestiget. Nach unten wird es zellig und verliert sich am *Collum chirurgicum humeri.* Nicht nur durch Fasern die von der Sehne des *Caput breve m. bicipitis*, sondern auch durch welche, die von den *Mm. pectorales* herrühren können, wird es verstärkt.

Aus der beschriebenen Anordnung dieser beiden Blätter der *Fascia infraspinata* geht hervor, dass das tiefe Blatt den *M. deltoideus* im Bereiche des *Fornix coraco-acromialis* nicht überziehen kann. Was aber durch dieses nicht geschieht, wird durch eine andere *Fascie* d. i. durch den *lateralen* Theil des oberflächlichen Blattes der *Fascia coraco-clavicularis propria* ausgeführt, der über den genannten *Fornix* liegt. Die beiden Blätter der *Fascia infraspinata* + dem oberflächlichen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* bilden somit die *Vagina m. deltoidei.*

Es hilft aber auch das unter dem *M. deltoideus* und unter dem *Caput breve* des *M. biceps* und dem damit verwachsenen *M. coraco-brachialis* gelagerte, vom *Fornix coraco-acromialis* zum *Collum chirurgicum humeri* hinab gespannte tiefe Blatt der *Fascia infraspinata*, während es die *Vagina m. deitoidei* bilden hilft, auch zugleich die *Capsula humero-scapularis* und die diese deckenden, verstärkenden und an die *Tubercula* des Oberarmknochens sich inserirenden Schultermuskeln, so wie den Oberarmknochen bis zu seinem *Collum chirurgicum* abwärts, wie in eine Halbscheide einhüllen.

Diese Halbscheide, welche ich *Semivagina articulationis humero-scapularis* nenne, wird vom *Fornix coraco-acromialis* (oben) und von dem unteren, d. i. von dem von der *Fascia infraspinata* herrührenden Theile des tiefen Blattes der *Vagina m. deltoidei* zusammengesetzt, unter der der Oberarmkopf mit seinen Anhängen sich sehr frei hin und her bewegen kann. Diesen letzteren Theil des tiefen Blattes der *Vagina m. deltoidei*, oder den unteren Theil unserer *Semivagina articulationis humero-scapularis*, hat schon Weitbrecht[1]) 1742 mit folgenden Worten besonders hervorgehoben: «*Porro immediate sub musculo deltoide limbo ligamenti triangularis exteriori, subinde membrana adnaseitur, quae super ligamentum capsulare se expandit, tendines musculorum roborantium obtegit, utrinque cum membrana musculari infraspinati et coracobrachialis se commiscens*». Auch Tarin[2]) hat diesen Theil unserer *Semivagina* gekannt. Fourcroy[3]) hat denselben 1785 eben-

1) Syndesmologia. Petropoli 1742. Sect. II. § 21, p. 24.
2) Bei Fourcroy.
3) Mém. de l'acad. roy. des sc. de Paris ann. 1785. 4⁰. IIᵉ Mém. pour servir à l'hist. anat. des tendons. II. Partie p. 414. Art. I. «Des capsules muqueuses des tendons placés aux environs de l'articulation de l'humerus avec l'omoplate» p. 416—431.

falls schon beschrieben, allein er hat die darunter liegende Bindegewebsmembran mit einbezogen und nichts von ihrem Zusammenhange mit dem *Ligamentum coraco-acromiale* angegeben, wie aus nachstehenden Stellen ersichtlich ist: «Au-dessus de ces trois bourses cap-«sulaires, qui environnent le haut de l'articulation du bras, il existe sur la tête de l'humerus «et à la surface de la capsule articulaire, une production membraneuse mollasse, que les «anatomistes ne me paroissent pas avoir assez distinguée, quoique Weitbrecht et Tarin «en ayent dit quelque chose.

«Cette *enveloppe membraneuse* revêt tout l'extérieur de la capsule, et se prolonge «même au-delà de son insertion autour du cou de l'humérus; elle semble être une pro-«duction des tendons, car elle se meut et s'etend lorsqu'on tire les muscles; elle est molle, «obéit facilement au mouvement qu'on lui imprime avec le doigt ou avec instrument quel-«conque, son épaisseur est assez considérable, son tissu est comme spongieux et lâche; «c'est à sa surface que sont placées les capsules muqueuses acromiales et la capsule mu-«queuse coracoidienne; elle est formée d'un grand nombre de couches très-aisées à séparer «les unes des autres, et semblable à du tissu cellulaire aplati en lames; les productions «toujours humectées par une humeur pareille à celle qui a été décrite dans les capsules «muqueuses, semblent remplir le même usage que ces dernières et diminuent comme elles «les grands frottemens, que la tête de l'humèrus éprouve sans cesse de la part des apo-«physes acromion et coracoide.» Endlich hat in neuester Zeit noch J. F. Jarjavay [1]) diesen Theil der *Vagina m. deltoidei* besonders und unter dem Namen *Capsule cellulo-fibreuse* hervorgehoben. Da er aber diess 111 Jahre später als Weitbrecht und 68 Jahre später als sein Landsmann Fourcroy gethan hat; so irrt er gewaltig, wenn er glauben sollte, er sei der Erfinder dieser Anordnung. Da ferner das Verhalten des tiefen Blattes der *Fascia infraspinata* zum *Fornix coraco-acromialis* und zur *Vagina M, deltoidei*, wenn auch nicht ganz richtig und vollständig, von *Anatomen* vor 1843 beschrieben worden war; so irrt auch ein anderer Franzose, J. E. Petrequin [2]), der sogar hehauptet «die *Aponeurose* unter dem Deltamuskel sei von den Schriftstellern mit Stillschweigen übergangen worden.» Ich [3]) habe einen bisweilen vorkommenden eigenen *Tensor* dieser *Semivagina* entdeckt. Es wären noch eine fettlose, mehr oder weniger starke Bindegewebemembran, so wie zwei Räume der *Semivagina articulationis humero-scapularis*, wovon ich den einen «*Spatium subacromiale*» den anderen «*Spatium subcoracoideum*» nenne, abzuhandeln. Doch diess wird in der Abhandlung über die in jenen Räumen liegenden zwei *Genera* Schleimbeutel, die ich *Bursae mucosae subacromiales* und *subcoracoideae* nenne, zu seiner Zeit nachgetragen werden.

---

1) Traité d'anat. chir Tom. II. Paris 1853, p. 238.

2) Traite d'anat. méd.-chir. Paris 4843. Deutsch Erlangen 1845, p. 339.

3) W. Gruber. Die supernumerären Brustmuskeln d. M. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. Tom. III. № 2. Besond. Abdr. St. Petersburg, Riga und Leipzig 1860, p. 10. Tab. II. Fig. 2.

Vagina m. pectoralis majoris. — Fascia fossae infraclavicularis superficialis.

Der *M. pectoralis major* ist von einer zelligen *Vagina* eingeschlossen, deren Blätter an seinem *medialen* Rande in die *Fascien* des *Thorax* sich fortsetzen, an seinem unteren und *lateralen* Rande in einander übergehen, an seinem oberen Rande aber von dem oberen und unteren Rande der Ursprungsfläche des *M. pectoralis major* am Schlüsselbeine entstehen. Sie sind sowohl von der *Fascia superficialis*, die vom Halse herab kommt, als auch von der *Fascia coraco-clavi-costalis* geschiedene Blätter.

Die die *Fossa infraclavicularis* überspringende, häufig deutlich *aponeurotische Membran* ist die Fortsetzung der *Vagina m. pectoralis majoris* zur *Vagina m. deltoidei* oder umgekehrt, verbindet somit beide. Diese Verbindungsmembran setzt sich an dem vorderen Theil der oberen Fläche des Zwischenstückes des Schlüsselbeines zwischen der Ursprungsfläche des *M. pectoralis major* und der Ursprungsstelle des *M. deltoideus* fest. Sie ist von dem oberflächlichen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* durch einen Zwischenraum geschieden, der *laxes* Bindegewebe und Fett enthält, die sich in das unter der *Vagina pectoralis majoris* gelagerte Bindegewebe und Fett fortsetzen. Sie ist die *Fascia fossae infraclavicularis superficialis.*

Die über und in der *Fossa infraclavicularis* und über und in dem *Triangulus coraco-clavicularis medialis* gelagerten Schichten liegen somit in folgender Ordnung über einander: 1) Haut, 2) *Panniculus adiposus*, 3) *Fascia superficialis communis* mit Bündeln des *M. subcutaneus colli*, 4) *Fascia fossae infraclavicularis superficialis*, 5) oberflächliche Fett- und Bindegewebeschicht der *Fossa infraclavicularis*, ganz ausnahmsweise ein Schleimbeutel, 6) oberflächliches Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria* = *Fascia fossae infraclavicularis media*, 7) tiefe Fett- und Bindegewebeschicht der *Fossa infraclavicularis*, die *B. m. supracoracoidea medialis anterior*, 8) tiefes Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria* = *Fascia fossae infraclavicularis profunda.*

II. ABSCHNITT.

OBERSCHULTERHACKENSCHLEIMBEUTEL

(BURSAE MUCOSAE SUPRACORACOIDEAE.)

(Tab. I — III.)

Die Oberschulterhackenschleimbeutel sind jene fünf (bis sechs) *Synovialsäcke*, welche unter der *Clavicularportion* des *M. deltoideus*, in der *Fossa infraclavicularis* und unter der *Clavicularportion* des *M. pectoralis major* in den *Capsulae trianguli coraco-clavicularis medialis et lateralis* (oder darüber) frei liegend, oder noch unter der Sehne des *M. pectoralis*

minor, unter der *Clavicula* und unter dem *Lig. trapezoideum* versteckt vorgefunden werden, und zwar: vor und unter der *Clavicula* auf dem Schulterhacken, neben diesem *medianwärts* im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* auf dem Boden der *Fossa infraclavicularis*, oder *lateralwärts* auf dem *Lig. coraco-acromiale.*

Ihren Namen erhielten sie von der beständigen oder doch häufigen Lagerung, mit einem Theile oder der Gränze ihres Umfanges, auf dem Schulterhacken (*Processus coracoideus*).

Ihrer Lage nach werden sie eingetheilt in:

I. Mediales (internae)

1. Spec.: *Medialis anterior*
   (1) (*s. B. m. fossae infraclavicularis*)[1].
2. Spec.: *Medialis posterior*
   (2) (*s. B. m. coraco-clavicularis medialis*).

II. Laterales (externae)

1. Spec.: *Lateralis anterior*
   (*s. B. m. musc. pectoralis minoris*).
   a. Subspec.: *Lateralis anterior vesicularis*
      (3) (*s. B. m. pectoralis minoris vesicularis*)
   b. Subspec.: *Lateralis anterior vaginalis*
      (4) (*s. B. m. pectoralis minoris vaginalis*).
2. Spec.: *Lateralis posterior*
   (5) (*s. B. m. coraco-clavicularis lateralis*).

I. Bursae mucosae supracoracoideae mediales (internae).

1. *Medialis anterior*

(s. B. m. fossae infraclavicularis) — Gruber.

(Tab. I. Fig. 1. α, 2. α. α', 3. α; Tab. II. Fig. 5. β; Tab. III. Fig. 5. α.)

Ich kenne die *Medialis anterior* schon lange und habe über sie seit 1853 Untersuchungen angestellt.

Dieselbe ist ein in der Einzahl oder Mehrzahl vorkommender, einfacher oder gefächerter, in einer bis drei Richtungen *comprimirter* Synovialsack.

Ihre Gestalt ist sehr *variabel.* Sie tritt als runde, ovale, elliptische, kanalartige, bisquitförmige, abgerundet drei- oder viereckige (oft), in vertikaler Richtung *comprimirte* Blase auf; und hat dann zwei Wände (eine obere und eine untere). Häufig ist sie ein Sack von

1) Subspec. *Medialis anterior superficialis.* Bis jetzt nur einmal gesehen.
(6)

der Gestalt eines liegenden und von oben nach unten *comprimirten* Kegels, oder einer dreiseitigen Pyramide, welche ihre Spitze nach vorn, ihre *Basis* nach hinten kehrt; und hat dann im ersteren Falle drei Wände (obere, untere und hintere) oder vier Wände (obere, untere, laterale und hintere).

Ihre Grösse *variirt* von der eines kleinen Bläschens bis zu der eines grossen Sackes. Im letzteren Falle kann ihre Länge in der Richtung des vorderen Randes der *Fascia coraco-clavicularis propria* bis auf 4 Cent., ihre Länge in der Richtung des *Processus coracoideus* auf 3 Cent., ihre Breite an der *Clavicula* auf $3\frac{1}{2}$ Cent., und ihre Weite in *verticaler* Richtung (Tiefe) auf $1\frac{1}{2}$ Cent. steigen. Ihre Breite und Weite nimmt in der Regel von vorn nach hinten zu. In *sagittaler* und *transversaler* Richtung ist sie selten gleich gross.

Sie hat ihre Lage in der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis*, deren Wänden bald knapp anliegend, bald davon durch Bindegewebe oder dieses und Fett geschieden, also in Bindegewebe und Fett eingebettet oder nicht, *medianwärts* und vorwärts von der in einem anderen Raume eingeschlossenen *Medialis posterior*. Je nach ihrer so sehr *variirenden* Grösse nimmt sie den Raum der *Capsula* theilweise, ganz oder fast ganz, zu ihrer Lagerung in Anspruch. Der *Processus coracoideus* vor dem *Lig. trapezoideum* nebst der Sehne des *M. pectoralis minor*, das im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* ausgespannte tiefe Blatt der *Fascia coraco-clavicularis propria*, und der *M. subclavius* nebst seiner Scheide, so weit er im Bereiche des genannten *Triangulus* sich inserirt, sind die Theile für ihren Sitz. Auf dem *Processus coracoideus* kann sie sich bis einige Mm. hinter seiner Spitze vorwärts, verschieden weit und ausnahmsweise bis zu seinem lateralen Rande lateralwärts erstrecken. Auf dem tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria* kann sie bis zu deren vorderen, strangförmig vorspringenden Rande oder in dessen Nähe, bis gegen das *mediale* Ende des letzteren *medianwärts* und bis zum und auf den *M. subclavius* und seine Scheide rückwärts sich ausbreiten. Im letzteren Falle ist sie einige Mm. — $1\frac{1}{2}$ Cent. tief unter die *Clavicula* nach hinten vorgedrungen. Von der im winkligen Raume des *Lig. coraco-claviculare* befindlichen *Medialis posterior* liegt sie *median-* und vorwärts, manchmal, sie bedeckend, aufwärts.

Die *Medialis anterior* besitzt eine ihr eigene Membran, die nur in manchen Fällen streckweise mit dem tiefen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis*, namentlich mit der Beinhaut der unteren Fläche der *Clavicula*, verschmolzen ist. Dieselbe kann daher ganz (meistens) oder doch mit dem grössten Theile ihres Umfanges, aus der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis* ohne Schwierigkeit ausgeschält werden. Sie zeigt nicht selten fetthaltige Synovialfalten in ihrer Höhle.

Zur Bestimmung der Häufigkeit ihres Vorkommens wurden 350 *Kadaver* i. A. von 10—87 Jahren und 25 *Kadaver* von Kindern und *Embryonen*, also = 375 *Kadaver* (750 Schultern) untersucht.

Unter jenen 350 *Kadavern* gehörten 325 Individuen des männlichen Geschlechtes, 25 Individuen des weiblichen Geschlechtes an, von welchen letzteren das jüngste das Alter von 21 Jahren erreicht hatte. Unter diesen wurde sie an 115 (bei 72 an beiden Schul-

tern, bei 28 an der rechten Schulter und bei 15 an der linken Schulter), häufiger beiderseitig (72) als einseitig (43), häufiger rechts (100) als links (87) angetroffen. Ohne Rücksicht auf Alter und Geschlecht der *Individuen* verhielt sich somit ihr Vorkommen zum Mangel nach *Kadaver-Anzahl*, wie 115 : 235 = 1 : 2,0434; nach Schultern-Anzahl wie 187 : 513 = 1 : 2,7433 d. i. sie war in fast $\frac{1}{3}$ der Anzahl der *Kadaver* und in $\frac{1}{4}$ der Anzahl der Schultern zugegen; ist also unter 3 *Kadavern* und 4 Schultern 1mal zu erwarten.

Unter den 325 männlichen *Kadavern*, von *Individuen* vom 10. Lebensjahre aufwärts, kam sie an 101 (bei 64 an beiden Schultern, bei 23 an der rechten Schulter und bei 14 an der linken Schulter) vor. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 101 : 224 = 1 : 2,25; nach Schultern-Anzahl wie 165 : 485 = 1 : 2,9393 d. i. sie war in — $\frac{1}{3}$ der Anzahl der *Kadaver* und in + $\frac{1}{4}$ der Anzahl der Schultern zugegen; ist also bei Männern etwa unter 3 *Kadavern* und 4 Schultern 1mal zu erwarten. Unter den 25 *Kadavern* von Weibern war sie an 14 (bei 8 an beiden Schultern, bei 5 an der rechten Schulter und bei 1 an der linken Schulter) zugegen. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 14:11 = 1,2727:1; nach Schultern-Anzahl wie 22:28 = 1:1,2727 d. i. sie war in — $\frac{3}{5}$ der Anzahl der *Kadaver* und in + $\frac{2}{5}$ der Anzahl der Schultern vorhanden; ist also bei Weibern unter 5 *Kadavern* etwa 3 mal, und unter 5 Schultern etwa 2 mal zu erwarten. Unter 25 *Kadavern* von Kindern und Embryonen, kam sie an 3 (bei 1 Embryo an beiden Schultern, bei 1 neugebornen Kinde an der rechten Schulter) vor. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach Kadaver-Anzahl wie 2: 23 = 1: 11,5; nach Schultern-Anzahl wie 3: 47 = 1: 15,666, d. i. erst unter 11—12 *Kadavern* und erst unter 15—16 Schultern ist sie 1 mal zu erwarten. Bei Kindern und Embryonen ist somit die *Medialis anterior* selten entwickelt. Ob und wie sie bei Individuen i. A. von 1—9 Jahren vorkomme, weiss ich vor der Hand nicht, weil ich zu diesen Untersuchungen *Kadaver* von *Individuen* solchen Alters nicht zur Verfügung hatte. Sie tritt bestimmt schon bei Individuen i. A. von 12 Jahren auf, fängt aber erst bei Individuen vom 21. Lebensjahre aufwärts an häufiger vorzukommen. Unter 40—50 Individuen im A. von 10—12 Jahren sah ich sie nur an 2, bei einem 12jährigen Knaben und einem 19jährigen Jünglinge auftreten. Häufig kommt sie bei Erwachsenen vor, und scheint bei Weibern öfter sich zu entwickeln als bei Männern.

Sie kommt zugleich mit der *Medialis posterior* oder auch ohne diese vor.

Unter den 115 Kadavern mit ihrem Vorkommen, sah ich die *Medialis anterior* an 8 (bei 1 an beiden Schultern, bei 3 an der rechten Schulter und bei 4 an der linken Schulter) doppelt. (Tab. 1, Fig. 2. α. α'.) Bei dem Falle mit beiderseitigem Vorkommen waren sie durch ein *Septum* geschieden. Das *Septum* zwischen denen an der linken Schulter hatte ein Loch, wodurch sie mit einander communicirten. In den übrigen Fällen waren sie ganz von einander geschieden, eine davon lag vorn am *Processus coracoideus*, die andere nach hinten im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* und unter der *Clavicula*. Darunter communicirte einmal die hintere mit der *Medialis posterior*. Das Vorkommen in der Zweizahl zu

dem in der Einzahl verhielt sich somit nach Kadaver-Anzahl wie 8 : 107 = 1 : 13,75; nach Schultern-Anzahl wie 9 : 178 = 1 : 19,777, d. i. etwa unter 14 Kadavern und unter 20—21 Schultern mit Vorkommen der *Medialis anterior* ist diese erst einmal doppelt. In der Dreizahl sah ich sie nur an einer Schulter; die eine lag unter der *Clavicula*, die anderen beiden vorn am *Processus* über einander. Es kommt also die *Medialis anterior* selten doppelt, ganz ausnahmsweise dreifach vor.

Die *Medialis anterior* kann Ausbuchtungen aufweisen.

Die *Medialis anterior* kann aber durch Einschnürungen, durch vertical, schief und horizontal liegende *Septa*, die entweder unvollkommen entwickelt oder durch ein oder mehrere Löcher und Lücken durchbrochen sind; endlich durch einzelne oder viele verschiedenartig gelagerte Brücken in 2—4 Abtheilungen oder Fächer, die wieder mit Ausbuchtungen versehen sind, geschieden vorkommen, also eine gefächerte werden. (Tab. 1, Fig. 3. α.) Unter 8 Kadavern und 9—10 Schultern einmal kann eine gefächerte *Medialis anterior* angetroffen werden.

Die *Medialis anterior* sah ich unter 115 Kadavern, mit ihrem Vorkommen, an 25 (bei 8 an beiden Schultern, bei 9 an der rechten Schulter und bei 8 an der linken Schulter) mit der *Medialis posterior* communiciren. Unter diesen Fällen war einmal (an einer linken Schulter) die *Medialis anterior* doppelt, die hintere communicirte mit der *Medialis posterior*. Die *Existenz* dieser Communication verhielt sich zur Nichtexistenz nach Kadaver-Anzahl wie 25 : 90 = 1 : 3,6, nach Schultern-Anzahl wie 33 : 154 = 1 : 4,666, d. i. unter 4—5 Kadavern und unter 5—6 Schultern einmal ist eine solche zu erwarten. Die Communication geht durch ein oder selbst zwei Löcher, oder durch eine Oeffnung mit *Rudimenten* einer früher dagewesenen Wand in ihrem Umfange oder ihrem Lumen, oder durch einen weiten Uebergang vor sich.

Bemerkung: Ausser dieser eben beschriebenen *Medialis anterior* in der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis* sah ich noch eine zweite ausserhalb dieser, über dem oberflächlichen Blatte der *Fascia coraco-clavicularis propria*, zwischen dieser und der *Fascia fossae infraclavicularis superficialis*. Ich traf sie jedoch bis jetzt nur in einem Falle an der linken Schulter eines Weibes vor dem *Lig. coracoclaviculare* an, während die *Medialis anterior* in der *Capsula trianguli coraco-claviculairis medialis* an derselben Schulter doppelt, an der rechten Schulter einfach sich vorfand. Sollte diese *B. m.* wieder und öfters gefunden werden, dann müsste die *Medialis anterior* in zwei *Subspecies* zerfallen, wovon die gewöhnliche: *Medialis anterior profunda s. propria*, die andere: *Medialis anterior superficialis* genannt werden könnte.

2. *Medialis posterior.*

(s. B. m. coraco-clavicularis medialis) — Jancke.

(Tab. I. Fig. 4—5. α; Tab. II. Fig. 1. α. β; . Fig. 5. γ; Tab. III. Fig. 5. β.)

Synonymia: B. jugularis — Koch; *B. clavicularis* — Fischer, Gerlach, Plenck u. A.; *Caps. synov. claviculo-coracoïdienne* — Villermé; *Articul. coraco-claviculaire* — Cru-

*

veilhier, Sappey, Jarjavay, Richet; *Clavicularschleimsack* — Pierer; Schleimsack des Schlüsselbeines — Fischer, Koch; Schleimbalg des Schlüsselbeines — Rosenmüller.

Jancke (1753)[1]) war es, der derselben, unter keinem besonderen Namen, zuerst Erwähnung that. Chr. Mart. Koch [2]), Joh. Leonh. Fischer[3]), Fr. Ern. Gerlach[4]), Jos. Jac. Plenck[5]), (welche alle von Koch entlehnten); Joh. Chr. Rosenmüller[6]); Pierer[7]) (der von Fischer entlehnte); Villermé[8]); E. H. Weber[9]); C. E. Bock[10]) (der von Koch und A. entlehnte); Alex. Lauth[11]); C. Fr. Th. Krause[12]) haben dieselbe zwischen der *Clavicula*, dem *Processus coracoideus*, dem *Lig. trapezoideum* und *conoideum*, oder zwischen jenen beiden Knochen und hinter dem *Lig. trapezoideum* gelagert beschrieben und nichts von einer Beziehung zum *M. subclavius* angegeben. Nach Henle[13]) sind die einander zugewandten Flächen des *Lig. coraco-claviculare* und des Knochens glatt, mittelst eines feinen, feuchten Bindegewebes, einer Art Schleimbeutel, verbunden.

Ph. C. Sappey[14]); J. Cruveilhier[15]); J. F. Jarjavay[16]) und Richet[17]) erklären die Verbindung des Schlüsselbeines mit dem Schulterhaken und der daselbst gelagerten *Bursa mucosa* unrichtig für ein wirkliches Gelenk — *Articulation coraco-claviculaire*. Der *Processus coracoideus* soll nach Cruveilhier immer, nach Sappey ebenfalls mit einem Knorpel und einer Synovialhaut (!); nach Jarjavay gewöhnlich mit einem Knorpel; nach Richet oft mit einer *Synovialhaut* (!) überzogen sein.

Ph. F. Blandin[18]), welcher die Verbindung des Schlüsselbeines mit dem Schulterhaken zur *Amphiarthrose à distance* zählt, nimmt eine wahre *Articulation coraco-claviculairc* nur als Varietät an.

Alex. Monro[19]); Just. Christ. Loder[20]); Rosenmüller[21]) haben dieselbe als ovales Säckchen abgebildet, und zwar ersterer und letzterer zwischen den genannten zwei Kno-

---

1) Prolus. de capsis tend. articularibus. Lipsiae 1753. 4⁰ min. p. 10. Citirt bei Koch, Rosenmüller. Mir stand gegenwärtig die Abhandlung nicht zu Gebote.

2) Diss. anat.-phys. de bursis tend. mucosis. Lips. 1789; u. Untersuch. d. natürl. Baues u. d. Krankheiten d. Schleimbeutel. Nürnberg u. Altdorf. 1795. 8⁰ min. p. 56.

3) Anweis. z. prakt. Zergliederungskunst. Leipzig 1791. Bd. I. p. 160.

4) De bursis tend. mucosis in capite et collo reperiundis c. tab. Vitebergae 1793. 4⁰ p. 33.

5) Primae lineae anatomes. edit. 4. Viennae 1794. 4⁰. p. 33.

6) Alex. Monroi icones et descriptiones bursarum mucosarum corp. hum. c. tab. XV. Lipsiae 1799. Fol. p. 35, № 3.

7) Medic. Realwörterbuch. Anat. u. Physiol. Bd. II. Leipzig u. Altenburg. 1818, p. 155.

8) Dict. des sc. méd. Tom. 54. Paris 1821. Art. Synoviales, p. 108. № 20.

9) Fr. Hildebrandt's Handb. d. Anat. d. M. Ausg. 4. Bd. I. Braunschweig 1830, p. 374.

10) Handb. d. Anat. d. M. Bd. I. Leipzig 1849 p. 308.

11) Neu. Handb. d. prakt. Anat. Bd. I. Stuttgart, Leipzig u. Wien 1835, p. 104.

12) Handb. d. mensch. Anat. Bd. I. Hannover 1838, p. 168.

13) Handb. d. Bänderlehre d. M. Braunschweig 1856, p. 66.

14) Man. d'anat. descr. Tom. I. Paris 1850, p. 130.

15) Traité d'anat. descr. édit. 3. Tom. I. Paris 1851, p. 454—455.

16) Traité d'anat. chir. Tom II. Paris 1854, p. 225.

17) Traité prat. d'anat. méd.-chir. Paris 1857 p. 773.

18) Nouv. élém. d'anat. descr. Tom. I. Paris 1838 p. 275.

19) A descr. of all the bursae mucosae of the human body. Edinburgh 1788. Fol. Tab. I. J. p. 10.

20) Anat. Taf. d. Muskeln u. Schleimbeutel. Weimar 1795—96. Fol. p. 89. Taf. 47. Fig. 4, № 7.

21) L. c. Tab. III. 1.

chen und Bändern, Loder aber richtiger zwischen denselben und zugleich vor der zwischen beide Bänder eingeschobenen *Insertion* des *M. subclavius.*

Ueber die Häufigkeit ihres Vorkommens erfährt man von denjenigen, welche eine *Articulatio coraco-clavicularis* annehmen, nichts Bestimmtes, von Anderen, welche von einer *B. m.* sprechen, A. Lauth und Krause ausgenommen, gar nichts. Nach A. Lauth[1]) soll sie zuweilen, nach Krause[2]) oft vorkommen. Albin (1734), Weitbrecht (1742), Bertin (1754), Duverney (1761), Sabatier (1777), J. C. A. Mayer (1783), Soemmerring (1794, 1800), Thom. Lauth (1798), Hildebrandt (1798), Bichat (1801), Portal (1804), J. F. Meckel (1816), Velpeau (1834), H. Cloquet (1836), Malgaigne (1837, 1859) R. Wagner (1839), M. J. Weber (1839), Barkow (1841), Fr. Arnold (1845), L. Fick (1845), R. Quain (1848), E. d'Alton (1850), W. Sharpey (1856), H. Meyer (1856), Hyrtl (1859), Dursy (1860) erwähnen derselben gar nicht.

Die *Medialis posterior* ist ein fast immer einfacher, bisweilen mit Ausbuchtungen versehener, selten von Brücken durchsetzter, meistens ovaler oder auch runder, von oben nach unten *comprimirter Synovialsack.*

Ihre Grösse variirt von der einer Erbse bis zur der einer kleinen Wallnuss. Sie kann eine Länge von 2 Cent. und eine Weite von 12 Mm. erreichen.

Sie liegt in dem im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* befindlichen Anhange der *Capsula trianguli coraco-clavicularis lateralis*, zwischen der *Clavicula* und dem *Processus coracoideus scapulae* in dem von den beiden Portionen (*Lig. trapezoideum* und *conoideum*) des *Lig. coraco-claviculare* gebildeten, meistens winkligen Raume, daselbst in *laxes* Bindegewebe (meistens) oder auch Fett (selten) eingebettet, vor der Insertion des *M. subclavius*, hinter, über und lateralwärts, bisweilen auch unter der *Medialis anterior.* (Tab. I. Fig. 4. α.; Tab. II. Fig. 5. γ.; Tab. III. Fig. 5. β.) Bisweilen besteht das *Lig. coraco-claviculare* aus drei Portionen, d. i. aus dem *Lig. trapezoideum*, *Lig. conoideum* und einem dritten zwischen beiden befindlichen *Ligamente*, welches von ersterem bald nur am *Processus coracoideus*, bald bis zur *Clavicula* aufwärts geschieden ist. In solchen Fällen sind dann zwei winklige Räume, ein vorderer (bis 1 Cent. tiefer und 6 Mm. weiter) (Tab. I. Fig. 5. β) und ein hinterer, zu sehen, von welchen jeder allein (Tab. I. Fig. 5. α.) oder beide zugleich (Tab. II. Fig. 1. α. β.) die *B. m.* beherbergen können. Die im ersteren ist aber immer nur von geringerem Umfange.

Beide haben ihre selbstständige Membran und können meistens in ihrer Gänze aus den genannten Räumen ausgeschält werden.

Zur Bestimmung der Häufigkeit ihres Vorkommens wurden 350 *Kadaver* (700 Schultern) von Individuen im A. von 10—87 Jahren und ausserdem noch 25 *Kadaver* (50 Schultern) von Kindern und *Embryonen*, d. i. 375 *Kadaver* (750 Schultern) untersucht.

Unter jenen 350 *Kadavern* gehörten 324 dem männlichen Geschlechte, 26 dem

1) l. c. | 2) l. c.

weiblichen an. Unter diesen wurde sie bei 158 (bei 97 an beiden Schultern, bei 34 an der rechten Schulter, bei 27 an der linken Schulter) als *B. m.*, bei 3 an beiden Schultern als wahre *Capsula articularis*; bei 2 an nur einer Schulter, (bei 1 an der rechten, bei 1 an der linken) als *Capsula articularis*, an der anderen als *B. m.*, d. i. als *B. m.* und *Capsula articularis* bei 163, und darunter häufiger beiderseitig (102) als einseitig (61) angetroffen. Ohne Rücksicht auf das Alter und Geschlecht der Individuen verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl*, ihr Vorkommen zum Mangel wie 163 : 187 = 1 : 1,1472; nach Schultern-Anzahl wie 265: 435 = 1: 1,2641, d. i. sie ist unter 2 oder doch 3 *Kadavern* einmal und 8 Schultern 3 mal zu gewärtigen.

Ihr Auftreten als wahre *Capsula articularis* (Tab. II. Fig. 2.) zu dem als *Bursa mucosa* verhält sich nach *Kadaver-Anzahl* wie 5: 158 = 1: 31,6, nach Schultern-Anzahl wie 7 : 258 = 1 : 36,857, d. i. sie wird unter 32—33 *Kadavern*, welche sie beiderseitig oder nur einseitig besitzen, und unter 37—38 Schultern, die sie aufweisen, erst 1 mal als Gelenkkapsel vorgefunden. In diesen Fällen, wovon ich[1]) bereits 1849 einen beschrieben, und wovon ich welche auch zu anderen Zeiten gesehen habe, sitzt an der oben beschriebenen dreieckigen Fläche der *Clavicula* allein, oder auf dieser und der *Tuberositas* des *Processus coracoideus* zugleich, ein verschieden weit vorspringender, mit Faserknorpel überzogener, abgeplatteter, ovaler oder abgerundet viereckiger Höcker (*α.*). Dieser *anomale* Höker der *Clavicula* ist mit nicht überknorpelten Vorsprüngen der *Tuberositas scapularis* nicht zu verwechseln. Der Höker an der *Clavicula* sprang in dem einem Falle 3½ Mm. hervor, hatte in *transversaler* Richtung eine Dicke von 8 Mm., in *sagittaler* Richtung von 12 Mm. Die *Capsula* selbst war ein 3 Cent. langer und 14 Mm. weiter Sack. Eine wahre *Articulatio coraco-clavicularis* existirt also nur sehr selten, kommt nur als *Varietaet* vor, wie Blandin richtig bemerkte, nicht als Regel, die Sappey, Cruveilhier, Jarjavay und Richet unrichtig aufstellen.

Unter den 324 männlichen *Kadavern*, von *Individuen* vom 10. Lebensjahre aufwärts, kam die *Medialis posterior* als *B. m.* und als *Capsula articularis* an 146 (bei 84 an beiden Schultern, bei 31 an der rechten Schulter und bei 26 an der linken vor). Vorkommen zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-Anzahl* wie 146 : 178 = 1 : 1,219 oder nach Schultern-Anzahl wie 235: 413 = 1 : 1,7574 oder etwa $\frac{4}{11}$: $\frac{7}{11}$, d. i. sie ist unter 9 *Kadavern* und unter 11 Schultern 4 mal zu erwarten. Unter den 26 weiblichen *Kadavern* wurde sie als *B. m.* und als *Capsula articularis* an 17 (bei 13 an beiden Schultern, bei 3 an der rechten Schulter und bei 1 an der linken) vorgefunden. Vorkommen zum Mangel verhielt sich daher nach *Kadaver-Anzahl* wie 17: 9 = 1,888: 1 oder fast $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{3}$; nach Schultern-Anzahl wie 30: 22 oder etwa $\frac{3}{5}$: $\frac{2}{5}$, d. i. sie kömmt unter 3 *Kadavern* 2 mal und unter 5 Schultern 3 mal vor. Unter 25 *Kadavern* von Kindern und *Embryonen* war die *Medialis posterior* an 2 (1 mal an der rechten Schulter und 1 mal an der linken) zugegen. Vorkommen zum Mangel verhielt sich daher nach *Kadaver-Anzahl* wie 2: 23 = 1: 11,5 oder etwa $\frac{1}{12}$: $\frac{11}{12}$;

1) Neue Anomalien. Berlin 1849. 4⁰. p. 5.

nach Schultern-Anzahl wie 2: 48 = 1: 24 oder $\frac{1}{25}$: $\frac{24}{25}$, d. i., sie tritt unter 12 *Kadavern* und 25 Schultern erst 1 mal auf. Bei Kindern ist somit die *Medialis posterior* nur selten entwickelt. Ob und wie sie bei Individuen i. A. von 1 bis 9 Jahren vorkomme, weiss ich, wegen Mangel an *Kadavern* solchen Alters, nicht. Aber sie tritt bestimmt schon bei Individuen von 10 Jahren auf, kommt aber b. I. i. A. von 10—19 Jahren nicht oft vor. Bei Männern vom 20. Jahre aufwärts wurde sie oft angetroffen. Unverhältnissmässig am häufigsten fand ich sie bei Weibern.

Sie kommt zugleich mit der *Medialis anterior*, oder ohne dieser vor. Sie tritt häufiger als die *Medialis anterior* auf und entwickelt sich auch häufiger bei jugendlichen Individuen als diese. Unter jener Reihe von *Kadavern* von Individuen im Alter von 10—20 (*inclus.*) Jahren, bei welchen ich die *Medialis anterior* nur an 2 fand, fand ich die *Medialis posterior* an 9.

Unter den 163 *Kadavern* und 265 Schultern mit ihrem Vorkommen, sah ich sie nur an 3 *Kadavern* und 3 rechten Schultern, d. i., unter 54—55 *Kadavern* und 88—89 Schultern erst 1 mal doppelt. In dem einem Falle, bei normaler Anordnung des *Lig. coraco-claviculare*, lagen in dem winkligen Raume desselben beide neben einander. In den beiden anderen Fällen, bei *anomalem* Bestande desselben *Lig.* aus drei *Portionen*, lag die zweite im vorderen winkligen Raume (Tab. II. Fig. 1. β.), wovon die in einem Falle mit der im hinteren Raume durch eine Oeffnung communicirte. Aus zwei Abtheilungen bestehend fand ich sie nur 1 mal an einer linken Schulter. Ihr Doppeltsein ist daher sehr selten, und ihr Gefächertsein durch völlig geschiedene Abtheilungen noch seltener zu beobachten.

Bei *anomalem* Bestande des *Lig. coraco-claviculare* aus drei *Portionen*, und dadurch der Bildung von zwei winkligen Räumen in demselben, kann die *Medialis anterior* auch im vorderen Raume allein sitzen, während eine im hinteren Raume fehlt. Ich sah diess unter 163 *Kadavern* mit ihrem Vorkommen an 3 (2 mal an beiden Schultern, 2 mal an linken Schultern), also unter 54—55 *Kadavern* und 66—67 Schultern mit ihrem Vorkommen erst 1 mal.

Die *Medialis posterior* kann mit der *Medialis anterior* und *Lateralis posterior* *communiciren.*

II. Bursae mucosae supracoracoideae laterales (externae).

Lateralis anterior (s. B. m. musculi pectoralis minoris.)

a. *Vesicularis* — Loder.

(Tab. II. Fig. 1, γ; Fig. 3. α.)

Just. Chr. Loder (1795—96)[1]) hat diese *B. m.* zuerst und richtig abgebildet, auch zuerst, unter keinem besonderen Namen, als: «Schleimbeutel, welchen man oft zwi-

1) L. c. p. 89, Taf. 47. Fig. 4. № 16.

schen der Sehne des kleinen Brustmuskels und dem Rabenschnabelfortsatze wahrnimmt», beschrieben. Ausser Loder erwähnten derselben noch: Blandin[1]), Theile[2]) und Villermé[3]).

Fourcroy, Chr. M. Koch, Joh. Chr. Rosenmüller und L. R. Villermé beschrieben zwar eine unter der Sehne des *M. pectoralis minor* liegende *B. m.*, die Fourcroy sogar *Capsule propre le petit pectoral*, Rosenmüller *B. m. vesicularis pectoralis minoris* und Villermé *B. m. du coraco-humeral* (*petit pectoral*) nennen; allein die angebliche *B. m. pectoralis minoris* war eine jener, die zu dem *Genus* «*B. m. infra-s. subcoracoideae*» gehörten, d. i. die *B. m. subcoracoidea media s. propria*[4]).

Dass dem so sei, ergibt sich aus Nachstehendem:

Bei Fourcroy[5]) heisst es: «Je remarquerai encore à cette occasion, que j'ai vu dans quelques sujets le tendon du petit pectoral bien séparé, de ceux du coraco-brachial et du biceps, par une capsule muqueuse, irrégulièrement arrondie, qui remplissoit l'intervalle compris entre l'insertion de ces muscles . . . . communiquant avec la grande capsule placée sous le tendon du sous-scapulaire et sous cette apophyse. Cette seconde capsule propre le petit pectoral, ne se recontre pas toujours, quoique Jancke l'ait annoncée comme constant (h. pag. 10. b.), je l'ai cependant trouvée plus fréquemment que celle qui appartient au tendon réuni du coraco-brachial et du biceps que je viens d'indiquer.» — Die Lage der *Capsule propre le petit pectoral* — Fourcroy — zwischen der Sehne des *M. pectoralis minor* und der vereinigten Sehne des *M. coracobrachialis* und *Caput breve m. bicip.* unter dem inneren Rande des *Processus coracoideus* des Schulterblattes; die *Communication* derselben mit der *B. m.* unter dem *M. subscapularis* und dem *Processus coracoideus* (= unserer *B. m. subcoracoidea posterior s. subscapularis*); die Vergleichung derselben mit Jancke's *Bursa mucosa*, welche Koch, Thom. Lauth: *B. m. coraco-brachialis* nennen, welche aber doch nur unsere *B. m. subcoracoidea media s. propria* ist; endlich die Angabe über ihr viel häufigeres Vorkommen als seine *B. m. coracobrachialis* (= unserer *B. m. subcoracoidea anterior*) sind Beweise, dass Fourcroy statt einer *B. m. supracoracoidea* eine *subcoracoidea* vor sich gehabt und die *B. m. pectoralis minoris vesicularis* mit unserer *subcoracoidea media s. propria* verwechselt habe.

Nach Chr. M. Koch[6]) kommen statt einer *B. m. coracobrachialis* bisweilen zwei vor (= unserer *B. m. subcoracoidea anterior* und *media*). Bisweilen soll dieselbe ganz fehlen und dann gemeiniglich eine andere unter der Sehne des *M. pectoralis minor liegen.* — Allein, da ich die *B. m. subcoracoidea media* (*propria*) nur ganz selten fehlen sah und in allen Fällen des seltenen Vorkommens der *M. m. pectoralis minoris vesicularis* antraf; so scheint auch

1) L. c. p. 399.
2) L. c. p. 255.
3) Handb. d. Muskellehre d. M. Braunschweig 1858, p. 89.
4) Ich unterscheide drei *B. m. infra-s. subcoracoideae*, als: anterior s. coracobrachialis (ausnahmsweise zugegen), media s. propria (selten fehlend), und posterior s. subscapularis. Die B. m. anterior und media zusammen ist = B. m. coracobrachialis auct.
5) Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Paris. ann. 1785, 4⁰. p. 422.
6) L. c. p. 57.

Koch für letztere die *B. m. subcoracoidea media* fälschlich genommen und jene nicht gekannt zu haben.

Joh. Chr. Rosenmüller[1]) hat in der durch fremde und eigene Zugaben vermehrten Uebersetzung des Werkes von Alex. Monro[2]), pag. 35. Nr. 4. die angebliche *B. m. coracobrachialis* beschrieben und Tab. III. n., nach Monro's Tab. I. L. copirt, abgebildet; pag. 36, Nr. 5. die angebliche *B. m. vesicularis pectoralis minoris* beschrieben und Tab. III. o., nach Monro's Tab. I. O. copirt, abgebildet. Monro's Beschreibung p. 11. und Abbildung der *B. m. sub. lit. L.* passen auf unsere *B. m. subcoracoidea media* und die der *B. m. sub. lit.* O. auf unsere *B. m. subcoracoidea anterior*. Rosenmüller's Beschreibung seiner *B. m. coracobrachialis* passt auf diese, seiner *B. m. pectoralis minoris* aber auf die *B. m. subcoracoidea media*. Rosenmüller's *B. m. coracobrachialis* ist somit, der Beschreibung nach, allerdings = derselben nach Monro, aber der Abbildung nach = der *B. m. subcoracoidea media* nach Monro. Rosenmüller's *B. m. pectoralis minoris* ist, der Beschreibung nach, = der *B. m. subcoracoidea media* nach Monro und, der Abbildung nach, = der *B. m. subcoracoidea anterior* nach Monro. Rosenmüller hat, der Abbildung nach, unsere *B. m. subcoracoidea media* fälschlich als *B. m. subcoracoidea anterior*, und unsere *B. m. subcoracoidea anterior* fälschlich als *B. m. pectoralis minoris vesicularis* genommen. Rosenmüller hat unsere *B. m. subcoracoidea anterior* ähnlich unserer *B. m. subcoracoidea media* beschrieben und fälschlich *B. m. pectoralis min. vesicularis* genannt, obgleich er sie $\frac{1}{2}''$ unter der Spitze des *Processus coracoideus* und auswärts von dem vereinigten *M. coracobrachialis* und dem *Caput breve m. bicip.*, also in keiner Beziehung zum *M. pectoralis minor*, abbildet; unsere *B. m. subcoracoidea media*, *B. m. subcoracoidea anterior* genannt, als *B. m. subcoracoidea anterior* beschrieben, aber als *B. m. subcoracoidea media* abgebildet. Rosenmüller hat somit die *B. m. pectoralis minoris vesicularis* gar nicht gekannt, nur der *B. m. subcoracoidea anterior* diesen Namen unrichtig beigelegt. Wenn Rosenmüller seine angebliche *B. m. pectoralis minoris vesicularis* = erklärt der von Fourcroy, welche die *B. m. subcoracoidea media* ist, = der von Monro, die die *B. m. subcoracoidea anterior* ist; und = der von Loder, die die wahre *B. m. pectoralis minoris vesicularis* ist, so hat er bewiesen, dass er über die *B. m. supra-* und *infra-coracoideae* überhaupt sehr im Unklaren war.

L. R. Villermé[3]) endlich beschreibt seine *Capsule syn. du costo-coracoidien* (*petit pectoral*) mit folgenden Worten: «Au dessous du tendon, entre le sommet de l'apophyse coracoide et la capsule de l'articulation : non constante, et se confondant, assez souvent avec la précédente (coracobrachial). — Damit hat Villermé wohl die *B. m. subcoracoidea media*, nicht aber die *B. m. vesicularis pectoralis minoris* beschrieben, wie aus der Angabe der Lage und der Communication, wovon erstere nicht richtig, letztere gar nicht existirt, genügend hervorgeht.

Die ***Lateralis anterior vesicularis s. pectoralis minoris vesicularis*** ist ein kleines,

1) L. c. p. 57.
2) A description of all the bursae mucosae of the human body. Ill. w. tabl. X. Edinburgh 1788. Fol.
3) L. c. p. 108. № 22.

einfaches, von oben nach unten *comprimirtes Synovialsäckchen*, das seine eigene *Membran* besitzt. (Tab. II. Fig. 3. α.)

Dieselbe hat eine runde, ovale oder cylinderförmige Gestalt.

Ihre Grösse *variirt* von der einer Erbse oder Bohne bis zu der einer Fingerspitze. Mehrmals sah ich sie in *sagittaler* Richtung 1 Cent., in *transversaler* 8 Mm. breit. In einem Falle mit cylinderförmiger Gestalt mass sie in *sagittaler* Richtung 16 Mm., in *transversaler* 8 Mm.

Sie liegt unter der Sehne des *M. pectoralis minor*, 4—6 *Mm.* hinter der Spitze des *Processus coracoideus*, auf dessen oberer Fläche, oder auf dessen *medialer* Seite. Sie kann zwischen zwei sehnige oder sehnig-fleischige Portionen des *M. pectoralis minor*, die sich an die obere und *mediale* Seite des *Processus coracoideus* inseriren, von hinten nach vorn eingeschoben vorkommen. In einem solchen Falle sah ich sie zur Hälfte dazwischen, zur Hälfte auf der *Fascia coraco-clavicularis propria* liegen. (Tab. II, Fig. 1 γ).

Bei Kindern habe ich sie nie gesehen. Bei Erwachsenen traf ich sie vom 18. Lebensalter aufwärts und auch nur äusserst selten an. Ich sah sie bestimmt in 16 Fällen an beiden Schultern oder nur an einer, aber erst unter 30—40 *Kadavern* 1 mal. Mit der *Lateralis anterior vaginalis*, an derselben Schulter, habe ich sie nur 1—2 mal gefunden. Nur an 1 *Kadaver* war an einer Schulter die *Vesicularis*, an der anderen die *Vaginalis* vorhanden.

b. *Vaginalis* — Gruber.

(Tab. II. Fig. 4. 5. α.; Tab. III. Fig. 1. α.)

Ich habe diese *Bursa mucosa* 1854 entdeckt und habe sie 1857 zuerst beschrieben[1]).

Sie kommt nur in jenen Fällen der *Anomalie* des *M. pectoralis minor* vor, in welchen seine Sehne theilweise oder ganz über den *Processus coracoideus* des Schulterblattes wie über ein *Hypomochlium* bogenförmig gekrümmt setzt, und theilweise oder ganz anderwärts, als an den *Processus coracoideus*, sich inserirt.

Ich nenne sie zum Unterschiede von der *Vesicularis*, die unter der an den *Processus coracoideus* inserirenden Sehne des *M. pectoralis minor* sich vorfindet und immer wie eine gewöhnliche *B. m.* sich verhält, *Vaginalis*, weil sie in vielen Fällen, und namentlich in jenen mit höchstem Entwickelungsgrade, zu der den *Processus coracoideus anomaler* Weise überspringenden Sehne des *M. pectoralis minor* wie eine unvollkommene oder selbst wie eine echte Sehnenscheide (*Vagina tendinis synovialis*) sich verhält. (Tab. II. Fig. 5. α; Tab. III. Fig. 1. α.

Nach zwei Stellen bei Alfr. Velpeau[2]), die lauten: «J'ai vu deux fois le tendon du

1) W. Gruber. Die Mm. subscapulares und die neuen supernumerären Schultermuskeln. Mit 4 Taf. (22 Fig.). Mém. des Sav. étrang. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersbourg. Tom. VIII[e], Besond. Abdruck. St. Petersburg u. Leipzig 1857. 4⁰. Art. XI, p. 32.

2) Traité compl. d'anat. chir. 3[e] édit. Bruxelles 1834, p. 304.

«petit pectoral croiser à dos de l'apophyse coracoïde et s'attacher au sommet de la cavité «glénoïde. — Dans un autre cas, il se fixait sous la voûte acromio-claviculaire,» und aus einer von mir 1857 noch nicht gekannten Mittheilung v. Ant. de Souza[1]), welche lautet: «M. de Souza rapporte, en outre, le fait d'une anomalie par insertion qu'il a rencontrée «récemment, et montrée à M. le docteur Hirschfeld. Il s'agit de l'insertion anomale du «petit pectoral qui, après s'être fixé par sa base au moyen de trois languettes aponévro-«tiques, aux troisième, quatrième et cinquième côtes, allait s'attacher supérieurement «la capsule de l'articulation scapulo-humérale au lieu de s'insérer, comme d'ordinaire, à «l'apophyse coracoïde,» geht hervor, dass schon Velpeau drei Fälle von *Insertion* der Sehne des *M. pectoralis minor* an die Spitze der *Cavitas glenoidalis* des Schulterblattes und an das *Acromioclavicular*-Gewölbe, und de Souza einen Fall von *Insertion* an die *Capsula humero-scapularis* statt an den *Processus coracoideus* des Schulterblattes vor mir mitgetheilt haben und sicher ersterer seine drei Fälle vor mir beobachtet habe. Ich irrte also, wenn ich behauptete, derjenige zu sein, welcher Beobachtungen dieser Art *Insertions-Anomalie* des *M. pectoralis minor* zuerst gemacht habe, was ich hiermit berichtige. Dessen ungeachtet sind die meisten der 13 Fälle von 8 *Kadavern* aus 200, welche ich 1857 beschrieb[2]), wegen ihres von Velpeau und de Souza's Fällen verschiedenen Verhaltens, und darunter namentlich sicher jene 11 neu, bei welchen nur ein Theil der Sehne des *M. pectoralis minor* an den *Processus coracoideus* des Schulterblattes sich ansetzte, der andere über denselben hinweg an andere Stellen sich begab.

Ich habe aber auch mit der den *Processus coracoideus* übersetzenden Sehne einen Synovialsack oder eine Sehnenscheide d. i. unsere *Vaginalis* vorkommen gesehen, die in den Fällen von Velpeau und de Souza entweder mangelte oder übersehen wurde. Die *Insertions-Anomalie*, welche schon als das von mir[3]) bewiesene *Analogon* einer bei gewissen Thieren vorkommenden *normalen* Anordnnng interessant ist, gewinnt durch ihr Vorkommen mit einem Synovialsacke noch mehr an Interesse, ja wird für die *praktische Chirurgie* sogar wichtig, weil die sie umgebende Synovialscheide mit der Höhle der *Capsula humero-scapularis communiciren* kann.

Wegen dieser *praktisch-chirurgischen* Wichtigkeit glaubte ich über die *Insertions-Anomalie* und die ihr anhängende *B. m. vaginalis* noch an 310 *Kadavern* jeden Geschlechtes und Alters Untersuchungen fortsetzten zu müssen, um das über sie von mir bereits Angegebene bestätigen und vervollständigen, sie in allen nur möglichen Beziehungen kennen zu lernen.

Rechne ich zu diesen 310 *Kadavern*, bei welchen sich in Beziehung des Vorkommens der bezeichneten *Insertions-Anomalie* der Sehne des *M. pectoralis minor* günstigere Resultate herausstellen, die früheren 200; so wurden 510 *Kadaver* (1020 Schultern) untersucht.

---

1) Gaz. méd. de Paris ann. XXV. 3me Sér. Tom. X. 1835. № 12. p. 105: «Communication sur les anomalies musculaires».

2) L. c. p. 34—37.

3) L. c. p. 36—37.

Unter diesen gehörten 479 Individuen im Alter von 10—87 Jahren; 31 Kindern an. Von jenen 479 Individuen waren 448 des männlichen Geschlechtes, 31 des weiblichen; von den 31 Kindern 20 des männlichen Geschlechtes, 11 des weiblichen; von allen 510 Individuen 468 des männlichen Geschlechtes, 42 des weiblichen.

Unter den 510 *Kadavern* jeden Alters und Geschlechtes fand ich die *Insertions-Anomalie* an 54 (bei 28 an beiden Schultern, bei 14 an der rechten Schulter, bei 12 an der linken Schulter). *Vorkommen* zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-Anzahl* wie 54 : 456 = 1 : 8,444; nach Schultern-Anzahl wie 82 : 938 = 1 : 11,439 d. i. unter 9—10 *Kadavern* und 12—13 Schultern ist sie 1 mal zu erwarten. An beiden Schultern eines und desselben Individiums tritt sie etwas häufiger auf, als an einer allein.

Unter 468 *Kadavern* männlicher Individuen jeden Alters war die *Insertions-Anomalie* an 47 (bei 23 an beiden Schultern, bei 14 an der rechten Schulter, bei 10 an der linken Schulter) zugegen. Vorkommen zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-*Anzahl wie 47 : 421 = 1 : 8,9574; nach Schultern-Anzahl wie 70 : 866 = 1 : 12,371 d. i. unter 9—10 *Kadavern* und 13—14 Schultern von Individuen des männlichen Geschlechtes ist sie 1 mal anzutreffen. Unter 42 *Kadavern* weiblicher Individuen jeden Alters war sie an 7 (bei 5 an beiden Schultern, bei 1 an der linken Schulter) vorhanden. Vorkommen zum Mangel verhielt sich daher nach *Kadaver-Anzahl* wie 7 : 35 = 1 : 5; nach Schultern-Anzahl wie 12 : 72 = 1 : 6 d. i. unter 6 *Kadavern* und unter 7 Schultern von Individuen des weiblichen Geschlechtes tritt sie 1 mal auf. Darnach würde sie beim weiblichen Geschlechte häufiger als beim männlichen vorkommen. Unter 31 *Kadavern* von Kindern fand ich sie nur an 1 weiblichen Geschlechtes beiderseits vor.

Die den *Processus coracoideus* übersetzende Sehne bedingt in der grössten Mehrzahl der Fälle, das Vorkommen unserer *Bursa mucosa.* An 48 *Kadavern*, und zwar bei 23 an beiden Schultern, bei 13 an der rechten Schulter und bei 12 an der linken Schulter = an 71 Schultern, mit bewusster *Insertions-Anomalie* kam an eben so vielen unsere *B. m.* vor; an 3 *Kadavern* aber mit derselben an beiden Schultern wurde die *B. m.* nur einseitig und zwar bei 2 an der linken Schulter, bei 1 an der rechten Schulter vorgefunden. Das Vorkommen der *Insertions-Anomalie* der Sehne des *M. pectoralis minor* zugleich mit der *B. m.* verhielt sich somit zu dem Vorkommen derselben Anomalie ohne *B. m.* wie 74 : 8 = 9,25 : 1; d. i. unter 10 bis 11 Fällen fehlt dabei erst 1 mal die *B. m.*

Die Sehne des *M. pectoralis minor* übersetzt den *Processus coracoideus* bald ganz (12 mal), bald theilweise (70 mal). Im ersteren Falle ist sie mit dem *Processus coracoideus* entweder in gar keiner Verbindung (7 mal) oder doch mit ihrem hinteren Rande an denselben befestiget (5 mal). Im letzteren Falle geht entweder ihr vorderer Theil (36 mal), oder mittlerer (14 mal), oder hinterer (10 mal); oder oberer und obere Portion des vorderen Theiles (10 mal) über den *Processus coracoideus* hinüber. Es setzt somit die Sehne viel häufiger theilweise (— $\frac{5}{6}$ d. F.) als ganz, und im ersteren Falle lieber mit ihrem vorderen Theile (+ $\frac{1}{2}$ d. F.) als mit irgend einer anderen Portion hinüber. Dahin sind

meine früheren, davon etwas verschiedenen Angaben von 13 Fällen an 8 *Kadavern* zu berichtigen. Setzte nur ein Theil der Sehne hinüber, so fand ich diesen 2—16 Mm. breit; setzte die ganze Sehne hinüber, so war sie gern ungewöhnlich schmal und ich sah sie mehrmals nur 7—9 Mm. breit.

Die übersetzende Sehne liegt immer auf einer in schiefer Richtung, von innen und vorn nach aussen und hinten, über die obere Fläche und den lateralen Rand des *Processus coracoideus* verlaufenden Rinne. Die Rinne befindet sich in bald geringerer, bald grösserer Entfernung von der Spitze des *Processus coracoideus*, hinten durch einen flachen Kamm begrenzt, der sie von einer anderen, gewöhnlich vorhandenen, vor der *Tuberositas* zum Ansatze des *Lig. coraco-claviculare* liegenden seichten Rinne oder einem Eindrucke scheidet. Die Rinne ist bei gleichzeitigem Vorkommen der *B. m.* mit einem Faserknorpel bekleidet.

Die übersetzende Sehne liegt am *Processus coracoideus* meistens ganz oder theilweise frei zu Tage (Tab. II. Fig. 4), bisweilen aber daselbst in einem *comprimirten osteofibrösen* Kanale. (Tab. II. Fig. 5.; Tab. III. Fig. 1.). Der Kanal ist in Folge der Ueberbrückung der genannten Rinne durch eine fibrösen Membran gebildet worden. Die Membran besteht aus Fasern, welche theilweise dem *Lig. coraco-acromiale* angehören, theilweise eigene vom *Processus coracoideus* entstandene und an diesen sich wieder inserirende sind.

Die übersetzende Sehne durchbohrt am lateralen Rande des *Processus coracoideus* das *Lig. coraco-acromiale* hinter, an oder vor der Mitte seiner Breite in *sagittaler* Richtung und krümmt sich über jenen lateraler Rand zum Schultergelenke abwärts, um daselbst mit der *Capsula humero-scapularis*, oder mit einem diese verstärkenden *Ligamente*, oder mit den sie verstärkenden Sehnen gewisser Muskeln sich zu vereinigen und an den Oberarmknochen oder das Schulterblatt sich zu inseriren. Ich sah sie sehr häufig mit dem inneren Rande oder der unteren Fläche der Sehne des *M. supraspinatus*, oder mit dieser Sehne und zugleich der Gelenkkapsel, eine Verbindung eingehen und verschmolzen mit jener Sehne zum *Tuberculum majus humeri* sich fortsetzen und daselbst sich inseriren. Häufig beobachtete ich ihren Uebergang in das *Ligamentum coraco-humerale* oder *direct* in die obere Gelenkkapselwand zwischen diesem *Ligamente* und der Sehne des *M. supraspinatus*. Nicht selten konnte ich sie bei ihrem Uebergange in die Gelenkkapsel bis zum *Tuberculum supra-glenoidale* des Schulterblattes nach rückwärts verfolgen; selten aber inserirte sie sich nur an das *Tuberculum supraglenoidale* allein. Auch sah ich ein Bündel derselben in das *Lig. coraco-humerale* übergehen, das zweite mit der Gelenkkapsel sich vereinigen und das dritte an das *Tuberculum supraglenoidale* sich inseriren. In zwei Fällen sah ich sie in zwei *Portionen* geschieden, wovon die eine auf der vorderen Fläche der Sehne des *M. subscapularis* zum *Tuberculum minus humeri* ging, die andere, von der Sehne des *M. supraspinatus* bedeckt, theils mit der Gelenkkapsel sich vereinigte, theils zum *Tuberculum majus humeri* verlief. Bei einem Manne endigte der *M. pectoralis minor dexter* in eine 6 Cent.

breite *Aponeurose*, wovon der obere 1 Cent. breite, den *Processus coracoideus* übersetzende und das *Lig. coraco-acromiale* durchbohrende Theil an das *Tuberculum supraglenoidale* sich inserirte, während der übrige Theil in das *Lig. coraco-acromiale* und die *Semivagina articul. humero-scapularis* sich fortsetzte. Bei demselben *Individuum* inserirte sich der *M. pectoralis minor sinister* auf normale Weise, aber seine Sehne schickte ein *membranartiges*, 5 Mm. breites, den *Processus coracoideus* kreuzendes Bündel ab, das sich theils im *Lig. coraco-acromiale* verlor, theils an das *Acromion* und die *Clavicula* sich anheftete.

Die *B. m. lateralis anterior vaginalis s. pectoralis minoris vaginalis* ist bald ein wie ein gewöhnlicher Schleimbeutel sich verhaltender *Synovialsack* (Tab. II. Fig. 4. *α.*), bald eine *synoviale* Sehnenscheide (Tab. II. Fig. 5. *α.*; Tab. III. Fig. 1. *α.*). Im ersteren Falle liegt sie unter der über den *Processus coracoideus anomaler* Weise setzenden Sehne des *M. pectoralis minor*. Im letzteren Falle ist sie entweder in einer verschieden grossen Strecke und mehr oder weniger tief von hinten nach vorn zur Aufnahme der Sehne gleichsam eingestülpt; oder besteht aus zwei in einander geschobenen Hohlcylindern, wovon der innere die Sehne einhüllt, der äussere einen *osteo-fibrösen* Kanal am *Processus coracoideus* austapeziret, d. i. entweder eine unvollkommene oder wahre Sehnenscheide. Unter 74 Fällen trat sie 36 mal als Schleimbeutel, 31 mal als unvollkommene Sehnenscheide und 7 mal als wahre Sehnenscheide auf.

Sie hat in beiden Fällen die Gestalt eines kleinen länglich-runden *comprimirten* Beutels; oder eines mehr oder weniger langen, röhrenförmigen, *comprimirten*, über den *Processus coracoideus* bogenförmig gekrümmten *Sackes*, der gern gegen die Schultergelenkkapsel, manchmal auch an seinem *medialen* Ende, trichterförmig erweitert ist.

Ihre Grösse ist sehr *variabel*. Sie kann nur so lang sein, als die halbe oder ganze Breite des *Processus coracoideus* beträgt, aber auch so lang werden, dass sie vom *medialen* Rande dieses *Processus* oder von einem Punkte, der noch 1 Cent. und mehr davon *medianwärts* liegt, bis zur Schultergelenkkapsel reicht. Ich sah sie 12 Mm. — 5 Cent (5-6‴ — 1″10‴) lang, 2 Mm. — 2½ Cent. (1-11‴) in *sagittaler* Richtung breit.

Dieselbe hat ihre Lage auf dem *Processus coracoideus* allein oder auf diesem und zugleich *medianwärts* von ihm; oder nur lateralwärts von ihm bis zur Schultergelenkkapsel; oder auf dem *Processus coracoideus* und lateralwärts davon bis zur Schultergelenkkapsel; oder endlich *medianwärts* von dem *Processus coracoideus*, auf diesem und lateralwärts von demselben bis zur Schultergelenkkapsel. Unter 74 Fällen kam ersteres 25 mal, das zweite 4 mal, das dritte 33 mal und das vierte 12 mal vor. Bei der ersten, zweiten und dritten Lagerungs-Art tritt sie bald als Sehnen-Schleimbeutel, bald als Sehnenscheide, bei der vierten nur als Sehnenscheide auf. Erstreckt sie sich mit dem *medialen* Ende über den *Processus coracoideus medianwärts*, so liegt dieser Theil immer unter der Sehne des *M. pectoralis minor* und auch dann, wenn sie übrigens eine Sehnenscheide ist. Reicht sie mit ihrem lateralen Ende bis zur Schultergelenkkapsel, so ist dieses lateralwärts von der *B. m.*

acromialis, rückwärts von der *B. m. subcoracoidea posterior* (*subscapularis*), *medianwärts* vom *Lig. coraco-humerale* und der *B. m. subcoracoidea media* (*propria*) umgeben.

Unter 510 *Kadavern* (1020 Schultern) von Individuen jeden Alters und Geschlechtes kam die *Vaginalis* an 51 (bei 23 an beiden Schultern, bei 14 an der rechten Schulter und bei 14 an der linken Schulter) vor. Vorkommen zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-Anzahl* wie 51 : 510 = 1 : 9; nach Schultern-Anzahl wie 74 : 946 = 1 : 12,783 d. i. unter 10 *Kadavern*, und unter 13—14 Schultern ist sie 1 mal zu vermuthen.

Unter 468 *Kadavern* (936 Schultern) männlicher *Individuen* jeden Alters war dieselbe an 44 (bei 18 an beiden Schultern, bei 14 an der rechten Schulter, bei 12 an der linken Schulter) vorhanden. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 44 : 424 = 1 : 9,6363; nach Schultern-Anzahl wie 62 : 874 = 1 : 14,096 d. i. bei dem männlichen Geschlechte ist sie unter 10—11 *Kadavern* und unter 15 Schultern 1 mal zu gewärtigen. Unter 42 *Kadavern* (84 Schultern) weiblicher Individuen jeden Alters wurde sie an 7 (bei 5 an beiden Schultern, bei 2 an der linken Schulter) angetroffen. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 7 : 35 = 1 : 5 nach Schultern-Anzahl wie 12 : 72 = 1 : 6 d. i. bei dem weiblichen Geschlechte ist sie unter 6 Kadavern und 7 Schultern 1 mal vorhanden. Unter 31 *Kadavern* von Kindern war sie nur 1 mal, bei einem Mädchen an beiden Schultern, vorhanden. Beim weiblichen Geschlechte tritt sie häufiger auf als bei dem männlichen.

Ich sah sie niemals gefächert. Ich sah sie aber in ein Paar Fällen doppelt. Der eine Beutel lag auf dem *Processus coracoideus*, der andere lateralwärts davon zwischen dem lateralen Rande desselben und der Schultergelenkkapsel.

Dieselbe kann mit ihrem lateralen Ende von der Höhle der Schultergelenkkapsel eben nur noch durch deren *Synovialhaut* geschieden sein. Ich sah sie aber auch, in Fällen mit ihrer höchsten Entwickelung, sogar durch eine grosse Oeffnung in der oberen Wand der Schultergelenkkapsel mit deren Höhle in Verbindung stehen (Tab. III. Fig. 1. α.). Diese merkwürdige *Communication* fand ich unter den 51 *Kadavern* und 74 Schultern mit dem Vorkommen unserer *B. m.* an 4 (bei 1 an beiden Schultern, bei 3 an der linken Schulter). Davon gehörten 3 Männern und 1 einem Weibe an. Der *Kadaver*, welcher die *Communication* an beiden Schultern hatte, war ein junger Soldat. Die anderen 2 *Kadaver* von Männern wiesen an der anderen Schulter die *B. m.* ohne *Communication* auf. Der *Kadaver* von dem Weibe hat an der rechten Schulter Mangel an der *B. m.* Vorkommen zum Mangel der *Communication* verhielt sich nach *Kadaver-Anzahl* wie 4 : 47 = 1 : 11,75; nach Schultern-Anzahl wie 5 : 69 = 1 : 13,8 d. i. unter 12—13 *Kadavern* und unter 14—15 Schultern mit der *B. m. communicirt* diese 1 mal mit der Höhle der Schultergelenkkapsel. Die *Communicationsöffnung* (Tab. III. Fig. 1. *) liegt in der oberen Wand der Schultergelenkkapsel und zwar: bald *medianwärts* von der dieselbe verstärkenden Sehne des *M. supraspinatus*, bald rückwärts und *medianwärts* von seinem Fleischtheile oder unter diesem

über dem Verlaufe der Sehne des langen Kopfes des *M. biceps* durch die Kapselhöhle (Tab. III. Fig. 1. f.). In einem Falle lag sie $1\frac{1}{2}$ Cent. hinter dem *Collum anatomicum* des Oberarmkopfes, und vor der *B. m. subcoracoidea posterior* (*subscapularis*), davon nur durch eine 1 Cent. breite Kapselwand geschieden. In einem anderen lag sie gleich vor dem *Tuberculum supraglenoidale* und 2 Cent. lateralwärts vom *Processus coracoideus*. Die Oeffnung war in vier Fällen eine Spalte (Tab. III. Fig 1. *), die in *sagittaler* Richtung länger war, als in querer breit. Die Länge der Spalte betrug 1 Cent. — $2\frac{1}{2}$ Cent., die Breite bis 8 Mm. In einem Falle war sie rund und von 1 Cent. Durchmesser.

Die *Vaginalis* kann zugleich mit der *Vesicularis* vorkommen, wie oben bemerkt wurde.

2. *Lateralis posterior.*

(s. B. m. coraco-clavicularis lateralis) — Gruber.

(Tab. II. Fig. 5. δ.; Tab. III. Fig. 2. 3. 4. α.; Fig. 5. γ.)

Ich kenne die *Lateralis posterior* seit mehreren Jahren. Meines Wissens ist sie von einem anderen *Anatomen* noch nicht beschrieben worden.

Dieselbe ist bald ein kleines, rundes ovales oder cylindrisches *Synovialsäckchen* (Tab. II. Fig. 5. δ'., Tab. III. Fig. 2. α., Fig. 5. γ.); bald ein kürzerer oder längerer, aber nicht weiter, in drei Richtungen *comprimirter* und im Durchschnitte abgerundet dreieckiger Synovialkanal (Tab. III. Fig. 3. α.); bald und ausnahmsweise ein von oben nach unten *comprimirter Synovialsack* von bedeutender Ausdehnung in *sagittaler* und *transversaler* Richtung. (Tab. III. Fig. 4. α.).

Sie hat ihre eigene *Membran*, die bald in ihrem ganzen Umfange, bald nur an ihrer *lateralen* Wand oder an dem Theile ihrer unteren Wand nachweisbar ist, der seitwärts von dem *Processus coracoideus* liegt. In ersterem Falle kann sie in ihrer Gänze ausgeschält werden.

Ihre Grösse ist sehr *variabel.* Ich sah sie nur so gross wie eine Erbse oder Bohne; aber auch so gross, dass sie von dem vorderen Rande des *Lig. trapezoideum* bis zum *Lig. transversum scapulae* nach rückwärts, von dem *Processus coracoideus* bis zur *Clavicula* (lateralwärts von dem Ansatze des *Lig. coraco-claviculare*) nach auswärts reichte. Messungen der *Exemplare* mittlerer bis höchster Grösse erwiesen sie: 1 Cent. — 2 Cent. 5 Mm. (ausnahmsweise 3 Cent.) in *sagittaler* Richtung lang; 8—12 Mm. (ausnahmsweise 2 Cent.) in *transversaler* oder schief auf- und auswärts gehender Richtung breit oder hoch; und 5—10 Mm. am *Processus coracoideus* weit.

Sie hat ihre Lage in der *Capsula trianguli coraco-clavicularis lateralis* unter dem *Lig. trapezoideum*, in dem winkligen Raume auf dem *Processus coracoideus*, lateralwärts von dem Ansatze des ersteren an den letzteren allein (häufig), oder auf diesem und dem *Lig. coraco-acromiale* zugleich, ausnahmsweise selbst bis unter das *Acromialende* der *Clavicula*, lateralwärts von dem Ansatze des *Lig. coraco-claviculare.* Jener winklige Raum kann durch eine Bindegewebemembran oder durch ein dünnes von dem *Lig. trapezoideum* herrührendes

Blatt seitlich abgeschlossen vorkommen. Sie kann von Bindegewebe und etwas Fett umgeben sein oder nicht. Im letzteren Falle ist sie an die umgebenden Theile bald kurz angeheftet bald mit der Beinhaut des *Processus coracoideus* und dem *Lig. trapezoideum* unzertrennlich verschmolzen. Sie ragt gewöhnlich bläschenartig über den vorderen Rand des *Lig. trapezoideum* hervor.

Zur Bestimmung der Häufigkeit ihres Vorkommens wurden 122 *Kadaver* untersucht.

Unter 100 *Kadavern* (200 Schultern) von Individuen i. A. von 12—87 Jahren und beiderlei Geschlechtes kam dieselbe an 20 (bei 11 an beiden Schultern, bei 4 an der rechten Schulter und bei 5 an der linken Schulter) vor. Vorkommen zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-Anzahl* wie 20 : 80 = 1 : 4; nach Schultern-Anzahl wie 31 : 169 = 1 : 5,4516, d. i. unter 5 *Kadavern* und 6—7 Schultern ist sie 1 mal zu vermuthen.

Unter 85 *Kadavern* von Individuen des männlichen Geschlechts war sie an 19 (bei 11 an beiden Schultern, bei 4 an der rechten Schulter und bei 4 an der linken Schulter) vorhanden. Vorkommen zum Mangel verhielt sich sonach nach *Kadaver-Anzahl* wie 19 : 66 = 1 : 3,4736; nach Schultern-Anzahl wie 30 : 140 = 1 : 4,666, d. i. unter 4—5 *Kadavern* und 5—6 Schultern männlicher *Individuen* ist sie 1 mal zu erwarten. Unter 15 *Kadavern* von Individuen des weiblichen Geschlechtes war sie an 1 (an der linken Schulter) zugegen. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 1 : 14 und nach Schulter-Anzahl wie 1 : 29, d. i. unter 15 *Kadavern* und 30 Schultern weiblicher Individuen wird erst 1 mal dieselbe zu gewärtigen sein. Bei Männern scheint sie häufiger vorzukommen als bei Weibern.

Unter 22 *Kadavern* von Kindern traf ich sie an 2 (bei 1 an der rechten und bei 1 an der linken Schulter) an. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach *Kadaver-Anzahl* wie 2 : 20 = 1 : 10; nach Schultern-Anzahl wie 2 : 42 = 1 : 21, d. i. unter 11 *Kadavern* und 22 Schultern von Kindern kann 1 mal dieselbe vorgefunden werden.

Unter den 33 Fällen ihres Vorkommens aus 244 Schultern war sie in einem einzigen Falle, an der rechten Schulter eines 37jährigen Soldaten doppelt. Die vordere davon hatte in *sagittaler* Richtung eine Länge von 1 Cent. 6 Mm., in *transversaler* Richtung (von dem *Processus coracoideus* unter dem *Lig. trapezoideum* zur *Clavicula*) eine Breite von 2 Cent. und am *Processus coracoideus* eine Weite von 8—10 Mm.; die hintere eine Länge von 1 Cent. 4 Mm. und eine Weite von 4 Mm. Beide zusammen waren 3 Cent. und so lang als die *Insertion* des *Lig. coraco-claviculare* am *Processus coracoideus* breit war, und so breit, dass sie die *Clavicula*, lateralwärts von der Insertion des *Lig. coraco-claviculare* an dieselbe, auswärts erreichen konnten. Sie ist also in der Regel einfach.

Unter den 33 Fällen ihres Vorkommens sah ich sie in einem Falle an der rechten Schulter eines 12jährigen Jünglings mit der *Medialis posterior s. coraco-clavicularis medialis (interna)* durch ein grösseres Loch communiciren. Das *Lig. trapezoideum* hatte eine Lücke, wodurch eine *B. m.* in die andere offen überging. (Tab. III. Fig. 5. β. γ.)

Uebersicht.

Keiner der Oberschulterhakenschleimbeutel ist *constant.* Drei kommen aber doch in beinahe $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{5}$ der Fälle, einer in $\frac{1}{10}$ d. F., und einer ganz selten in $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$ d. F. vor. Der Häufigkeit nach bilden sie folgende Ordnung: *Medialis posterior* (häufigste), *Medialis anterior*, *Lateralis posterior*, *Lateralis anterior vaginalis*, *Lateralis anterior vesicularis* (seltenste).

Alle wurden bei beiden Geschlechtern angetroffen. Bei Kindern wurden vier, nicht aber die *Lateralis anterior vesicularis* gesehen. An einer und derselben Schulter wurden alle fünf zugleich niemals, vier derselben (bei Mangel der *Lateralis anterior vesicularis*) nur an einer rechten Schulter eines Mannes (Tab. II. Fig. 3. α. β. γ. δ.) und einer linken eines anderen beobachtet.

Ihrer höchsten Grösse nach bilden sie nachstehende Ordnung: *Lateralis anterior vaginalis* (längste), *Medialis anterior* (grösste dem ganzen Umfange nach), *Lateralis posterior*, *Medialis posterior*, *Lateralis anterior vesicularis* (kleinste).

Die *Medialis anterior* kann mit der *M. posterior* und diese mit der *Lateralis posterior communiciren.* Die *Lateralis anterior vaginalis* kann mit der Schultergelenkkapselhöhle in offener Verbindung stehen.

Als Gelenkkapsel kann die *Medialis posterior*, als *synoviale* Sehnenscheide die *Lateralis anterior vaginalis* auftreten.

Praktische Folgerungen.

1. Wenn die *Capsula trianguli coracoclavicularis lateralis* nach rückwärts bald abgeschlossen ist, bald mit dem Raume zwischen dem *M. cucullaris* und der *Fascia supraspinata* durch die oben beschriebene Lücke in Verbindung steht; so werden *Abscesse* ihren Sitz bald auf diese Räume beschränken, bald ihren Eiter aus dem einen in den anderen entleeren können. In einem mir unlängst vorgekommenen Falle mit einem *enormen Abscess* in dem Raum zwischen dem *M. cucullaris* und der *Fascia supraspinata*, blieb der Eiter, wegen festen Verschlusses der *Capsula trianguli coraco-clavicularis lateralis*, auf jenen Ort beschränkt.

2. Die *B. m. medialis anterior s. fossae infraclavicularis* wird im Falle ihrer Anfüllung mit *Exsudat*, Eiter, Jauche oder einer serösen Flüssigkeit in Folge einer *acuten* oder *chronischen* Entzündung eine beträchtliche Geschwulst bilden können. Die Geschwulst wird ihren Sitz in der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis* (im *Triangulus coraco-clavicularis medialis*, auf dem *Processus coracoideus* unter dem *M. deltoideus* lateralwärts, unter dem *M. pectoralis major medianwärts*) haben, und mehr oder weniger in der *Fossa infraclavicularis* sichtbar werden müssen, wo unter und vor ihr jener diese *Fossa* durchsetzende straffe

Strang wird durchzufühlen sein, welcher der *Fascia coraco-clavicularis propria* angehört. Die Geschwulst wird, vermöge des Verhaltens der sie enthaltenden *Kapsel*, weder in das *Cavum axillare* noch über die Spitze des *Processus coracoideus* hinaus abwärts in den *Sulcus deltoideo-pectoralis* vorzudringen im Stande sein. Durch diesen ihr angewiesenen *Sitz* wird sie *diagnosticirt* und von anderen Schleimbeutelgeschwülsten von Belang und von der Geschwulst der Schultergelenkkapsel unterschieden werden. Die der Subcoracoidalschleimbeutel wird ja unter dem *Processus coracoideus* und hinter den sich hier anheftenden Muskeln versteckt bleiben. Die der *Subacromialschleimbeutel* wird unter dem *M. deltoideus* verborgen sein, oder, bei *enormer* Grösse, doch nur abwärts vom *Processus coracoideus* in den *Sulcus deltoideo-pectoralis* sich vordrängen, wie ich in einem Falle mit Eiter-Inhalt sah. Die der Schultergelenkkapsel aber wird sich durch einen von der Achselgrube aus sichtbaren oder doch fühlbaren Vorsprung zu erkennen geben. Da die *Art. axillaris* hinter dem inneren Winkel der *Fascia coraco-clavicularis propria* oder doch daneben verläuft; so ist zu vermuthen, dass sie ihre *Pulsationen* unserer, zwischen den Blättern jener *Fascia* gelagerten *B. m.*, im Falle ihrer enormen Ausdehnung durch *Exsudat*, mitzutheilen vermöge [1]).

---

1) Nachdem ich diese Abhandlung Einer Akademie bereits eingereicht hatte, beobachtete ich im November 1860 an der Leiche eines 17jährigen Jünglings jederseits in der *Fossa infraclavicularis* eine *fluctuirende Geschwulst*, welche eine missfarbige, aber noch nicht durchbrochene *Cutis* bedeckte.

Nach Entfernung der Haut, nach Zurückschlagen der *Portio clavicularis* des *M. deltoideus* und eines Theiles des *M. pectoralis major* kam an der rechten Schulter im *Triangulus coraco-clavicularis medialis* und auf dem *Processus coracoideus* ein Eitersack zum Vorschein. Dieser war am vorderen inneren Rande der *Fascia coraco-clavicularis medialis 5. Cent.* und am *Processus coracoideus* von vorn nach hinten, 4 Cent. lang; vorn 3 Cent. und hinten $2^1/_2$ Cent. breit. Die noch vollständigen Wände des Eitersackes bildeten die der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis*, d. i. beide Blätter der *Fascia coraco-clavicularis* u. s. w. In demselben und seinen Wänden anliegend konnten die Wände der bereits durchbrochenen *B. m. supracoracoidea medialis anterior* in einem grossen Umfange nachgewiesen werden. Die Sehne des *M. pectoralis minor* war aber bereits zerstört und hing nur noch mit dem *M. coracobrachialis* zusammen. Der Eiter hatte noch ein gutes Aussehen.

An der linken Schulter war der *Process* schon weiter gediehen. Es war ein *Jaucheherd* zugegen, in dem von einer Wand der *B. m. supracoracoidea medialis anterior* nichts mehr zu finden war. Die Jauche hatte die obere Wand der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis*, d. i. die *Lamina superficialis* der *Fascia coraco-clavicularis* an zwei Stellen, vorn und seitlich, und die untere Wand d. i. die *Lamina profunda* der *Fascia coraco-clavicularis* durchbrochen. Die Jauche hatte sich durch den vorderen Durchbruch im *Sulcus deltoideo-pectoralis* abwärts bis zum *Collum chirurgicum humeri* gesenkt, war durch den seitlichen Durchbruch in die *Capsula trianguli coraco-clavicularis lateralis* unter den *M. deltoideus* getreten, ohne hier nach vorn das *Lig. coraco-acromiale* zu überschreiten; und war durch den unteren Durchbruch in die Achselhöhe bis auf die *Vasa oxillaria* und den *Plexus nervorum axillaris* eingedrungen. Die Sehne des *M. pectoralis minor* war völlig zerstört, auch war der *Processus coracoideus* an seiner oberen und inneren Seite und die *Capsula* an der dreieckigen Stelle ihrer unteren Fläche, welche die obere Wand der *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis* bilden hilft, vom *Periosteum* entblösst.

Da die übrigen Theile der Leiche bereits zu den *Praeparir-Uebungen* abgegeben waren, so konnte eine *pathologisch-anatomische Untersuchung* der Höhlen nicht mehr vorgenommen werden. Ob daher das *Individuum* an dem beschriebenen Localleiden oder und vorzugsweise an einer anderen Krankheit zu Grunde ging, weiss ich nicht. Aber ich zweifle nicht, dass eine Entzündung der *B. m. supracoracoidea medialis anterior* an beiden Schultern da gewesen sei, die nicht *diagnosticirt*, also vernachlässigt worden war und zum beschriebenen Ausgang führte. Die *Diagnose* einer Entzündung der *B. m.* oder des Bindegewebes in der *Capsula trianguli coraco-clavicularis* würde eine zweckmässige Behandlung, die Ansammlung von Eiter in Folge derselben frühzeitige Entleerung des Eiters erfordert haben. Zur *Diagnose* gehört aber Kenntniss der *Existenz* der *B. m.* und der sie beherbergenden *Capsula trianguli coraco-clavicularis medialis*.

*

3. Die Lage der *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vaginalis* lässt die Möglichkeit zu, dass sie bei *Fracturen* des horizontalen Theiles des *Processus coracoideus* einen Riss erleide, und im letzteren Falle, wenn sie zugleich mit der Höhle der Schultergelenkkapsel möglicher Weise communiciren sollte, diese in Mitleidenschaft ziehen könne. Ihre unter dem *M. pectoralis minor*, möglicher Weise bis 1 Cent. und +- *medianwärts* vom *Processns coracoideus*, vorkommende Ausdehnung mit ihrem *medialen* Ende, bei bewiesener Massen möglicher Weise gleichzeitig vorkommenden *Communication* mit der Höhle der Schultergelenkkapsel am *lateralen* Ende; würde bei gewissen Methoden der *Ligatur* der *Art. axillaris*, welche die Durchschneidung des *M. pectoralis minor* erfordern und diese knapp an der *Insertion* am *Processus coracoideus* empfehlen, ihre Verletzung mit nachfolgender Schultergelenkkapsel*affection* bedingen. Zur Vermeidung dieser möglichen Zufälle ist somit die Durchschneidung dieses Muskels ein Paar *Centimètres medianwärts* vom *Processus coracoideus* angezeigt.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. I.

Fig. 1. Rechtes Schulterstück.
- 1. *Clavicula.*
- 2. *Processus coracoideus scapulae.*
- a. *Fascia coraco-clavicularis.*
- b. *Ligamentum trapezoideum.*
- c. *Musculus subclavius.*
- d. *M. pectoralis minor.*
- α. *Bursa mucosa supracoracoidea medialis anterior s. fossae infraclavicularis* zwischen den beiden Blättern der *Fascia coraco-clavicularis.*

Fig. 2. Linkes Schulterstück.
- 1. 2. a. c. d. wie Fig. 1.
- b. *Lig. coraco-claviculare.*
- α. ά. Doppelte *B. m. supracoracoidea medialis anterior* (geöffnet).

Fig. 3. Linkes Schulterstück.
- 1. 2. a. b. c. d. wie Fig. 2.
- α. Durch Brücken gefächerte *B. m. supracoracoidea medialis anterior* (geöffnet.)

Fig. 4. Linkes Schulterstück.
(Ansicht von innen.)
- 1. *Clavicula.*
- 2. *Processus coracoideus.*
- a. *Lig. trapezoideum.*
- b. *Lig. conoideum.*
- c. *M. subclavius.*
- α. *B. m. supracoracoidea medialis posterior s. coraco-clavicularis medialis.*

Fig. 5. Rechtes Schulterstück.
- 1. 2. wie Fig. 4.
- a. Vordere laterale *Portion* des *Lig. trapezoideum* und des *anomalen Lig. coraco-claviculare.*
- a'. Hintere *Portion* des *Lig. trapezoideum* und mittlere des *anomalen Lig. coraco-claviculare.*
- a''. Hintere *mediale Portion* des *anomalen Lig. coraco-claviculare* = *Lig. conoideum.*
- b. *M. subclavius.*
- α. *B. m. supracoracoidea medialis posterior* im gewöhnlichen Raume.
- β. *Anomaler Raum* zwischen den zwei *Portionen* des *Lig. trapezoideum.*

Tab. II.

Fig. 1. Rechtes Schulterstück.
- 1. 2. a. a'. a''. b. wie Tab. 1. Fig. 5.
- c. *M. pectoralis minor.*

α. *B. m. supracoracoidea medialis posterior* im gewöhnlichen Raume.

β. Zweite *anomale B. m. supracoracoidea medialis posterior* im Raume zwischen den beiden *Portionen* des *Lig. trapezoideum.*

γ. *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vesicularis, anomaler* Weise zur Hälfte zwischen zwei *Portionen* der Sehne des *M. pectoralis minor.*

Fig. 2. Rechtes Schulterstück.
(*Capsula articularis coraco-clavicularis.*)
1. *Clavicula.*
2. *Processus coracoideus.*
a. *Lig. trapezoideum.*
b. *Lig. conoideum.*
α. *Tuberculum articulare anomalum*, an der dreieckigen Stelle der unteren Fläche der *Clavicula, medianwärts* vom *Lig. trapezoideum,* vorwärts vom *Lig. conoideum.*
β. Faserknorpliches Polster am *Processus coracoideus* als Gelenkgrube zur Aufnahme des *Tuberculum.*
γ. Gelenkkapselrest.

Fig. 3. Rechtes Schulterstück.
1. *Clavicula.*
2. *Acromion.*
3. *Processus coracoideus etc.*
a. *Lig. coraco-claviculare.*
b. *Lig. coraco-acromiale.*
c. *M. pectoralis minor.*
d. Vereinigter Ursprung des *M. coracobrachialis* und des *Caput breve m. bicipitis brachii.*
α. *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vesicularis.*

Fig. 4. Rechtes Schulterstück.
1. 2. 3. a. b. wie Fig. 3.
c. *M. pectoralis minor*, mit einer *Portion* seiner Sehne über den *Processus coracoideus* zur *Capsula humero-scapularis etc.*
α. *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vaginalis*, am *Processus coracoideus* unter der diesen übersetzenden *Portion* der Sehne des *M. pectoralis minor* (geöffnet).

Fig. 5. Rechtes Schulterstück.
1. *Clavicula.*
2. *Acromion.*
3. *Processus coracoideus.*
4. *Caput humeri etc.*
a. *M. pectoralis minor* mit seiner ganzen, in einer wahren *synovialen* Sehnenscheide eingeschlossenen Sehne über den *Processus coracoideus* zur Sehne des *M. supraspinatus.*
b. *M. subclavius.*
c. *M. subscapularis.*
d. Sehne des *Caput longum m. bicipitis brachii.*
e. *Fascia coraco-clavicularis.*
f. *Lig. trapezoideum.*
g. *Lig. coraco-acromiale* (vorn eingeschnitten).
α. α. α. *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vaginalis* als wahre *Synovialscheide*, die im inneren Hohlcylinder die Sehne des *M. pectoralis minor* enthält und mit dem äusseren am *Processus coracoideus* einen *osteofibrösen* Kanal (*) austapezirt.
β. *B. m. supracoracoidea medialis anterior* zwischen den beiden Blättern der *Fascia coraco-clavicularis.*
γ. *B. m. supracoracoidea medialis posterior.*
δ. *B. m. supracoracoidea lateralis posterior s. B. m. coraco-clavicularis lateralis.*

Tab. III.

Fig. 1. Linkes Schulterstück.
1. *Acromion.*
2. *Processus coracoideus.*
3. *Caput humeri.*
a. *Lig. coraco-acromiale.*
b. *M. supraspinatus.*

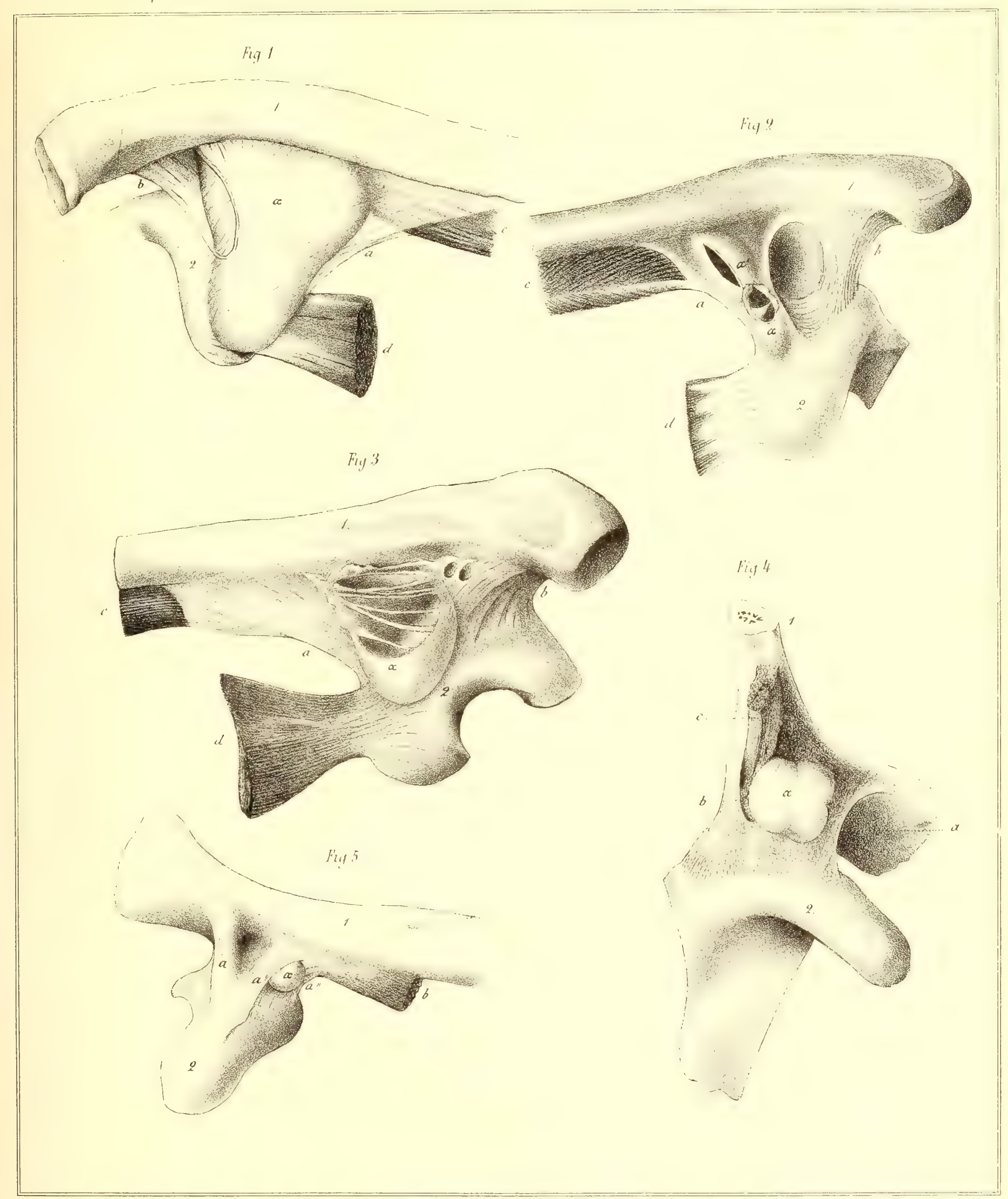
c. *M. infraspinatus et teres minor.*
d. *M. subscapularis.*
e. *M. pectoralis minor* mit der in einer wahren, einen *osteo-fibrösen* Kanal am *Processus coracoideus* austapezirenden *Synovialscheide* eingeschlossenen, mittleren *Portion* seiner Sehne, über den *Processus coracoideus* zum inneren Rande der Sehne des *M. supraspinatus* und zur *Capsula humero-scapularis.*
f. f. Sehne des *Caput longum m. bicipitis brachii.*
α. α. α. *B. m. supracoracoidea lateralis anterior s. m. pectoralis minoris vaginalis* als wahre *Synovialscheide,* welche *medianwärts* von dem *Processus coracoideus* unter der Sehne des *M. pectoralis minor* liegt, am *Processus coracoideus* einen *osteo-fibrösen* Kanal mit ihrem äusseren Hohlcylinder austapezirt, in ihrem inneren Hohlcylinder die mittlere *Portion* der Sehne des *M. pectoralis minor* enthält, und mit der Höhle der *Capsula humero-scapularis* an ihrem trichterförmig erweiterten *lateralen* Ende *communicirt.* (An ihrem *medialen* Ende, über dem *Processus coracoideus* und an ihrem *lateralen* Ende aufgeschnitten).
* Spaltförmige *Communicationsöffnung* zwischen der *B. m. supracoracoidea lateralis anterior vaginalis* und der *Capsula humero-scapularis.* Unter derselben die Sehne des *Caput longum m. bicipitis brachii* sichtbar.

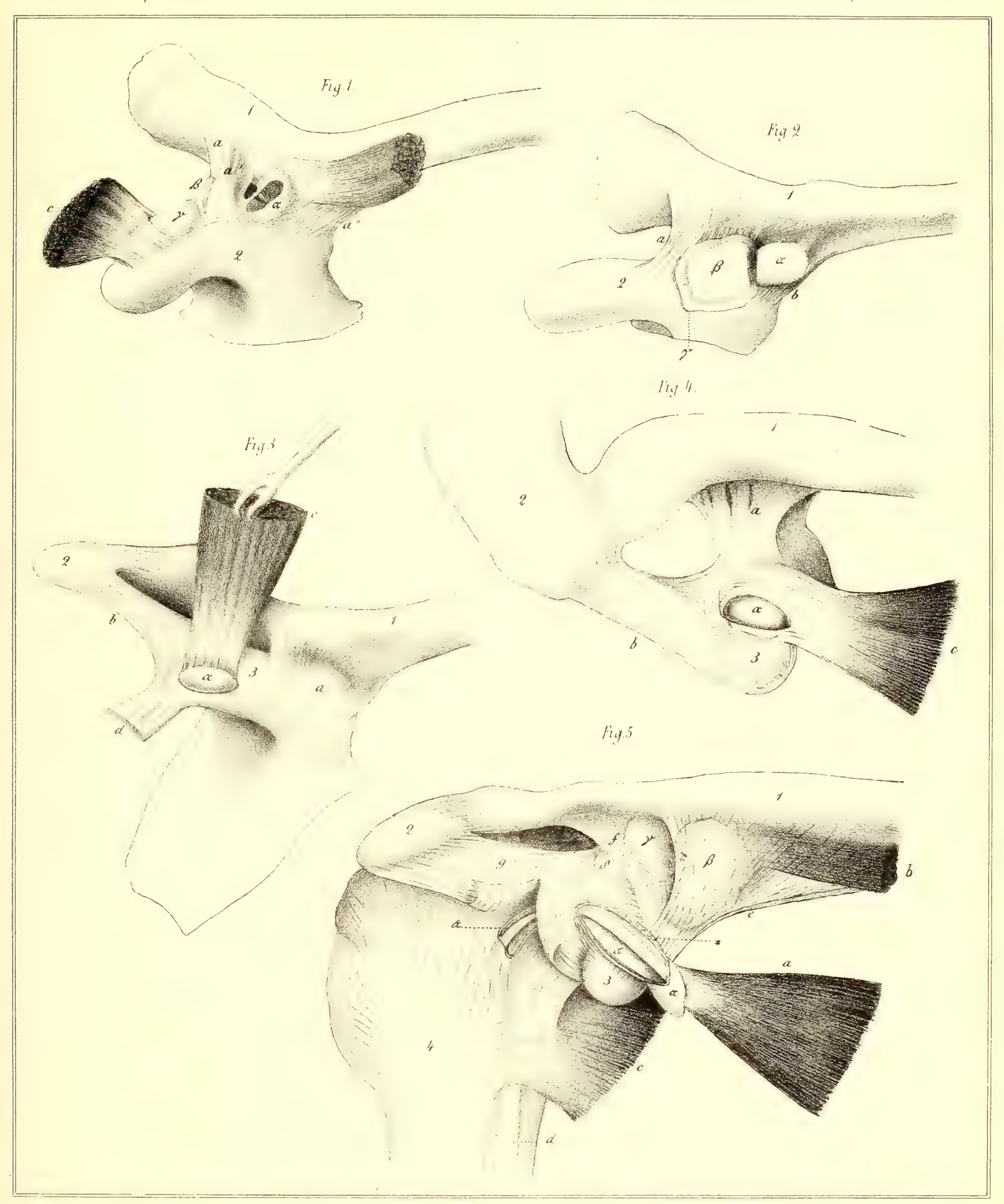
Fig. 2. Rechtes Schulterstück eines Knaben.
1. *Clavicula.*
2. *Processus coracoideus.*
a. *M. subclavius.*
b. *Fascia coraco-clavicularis* (tiefes Blatt).
c. *Lig. trapezoideum.*
α. *B. m. supracoracoidea lateralis posterior.*

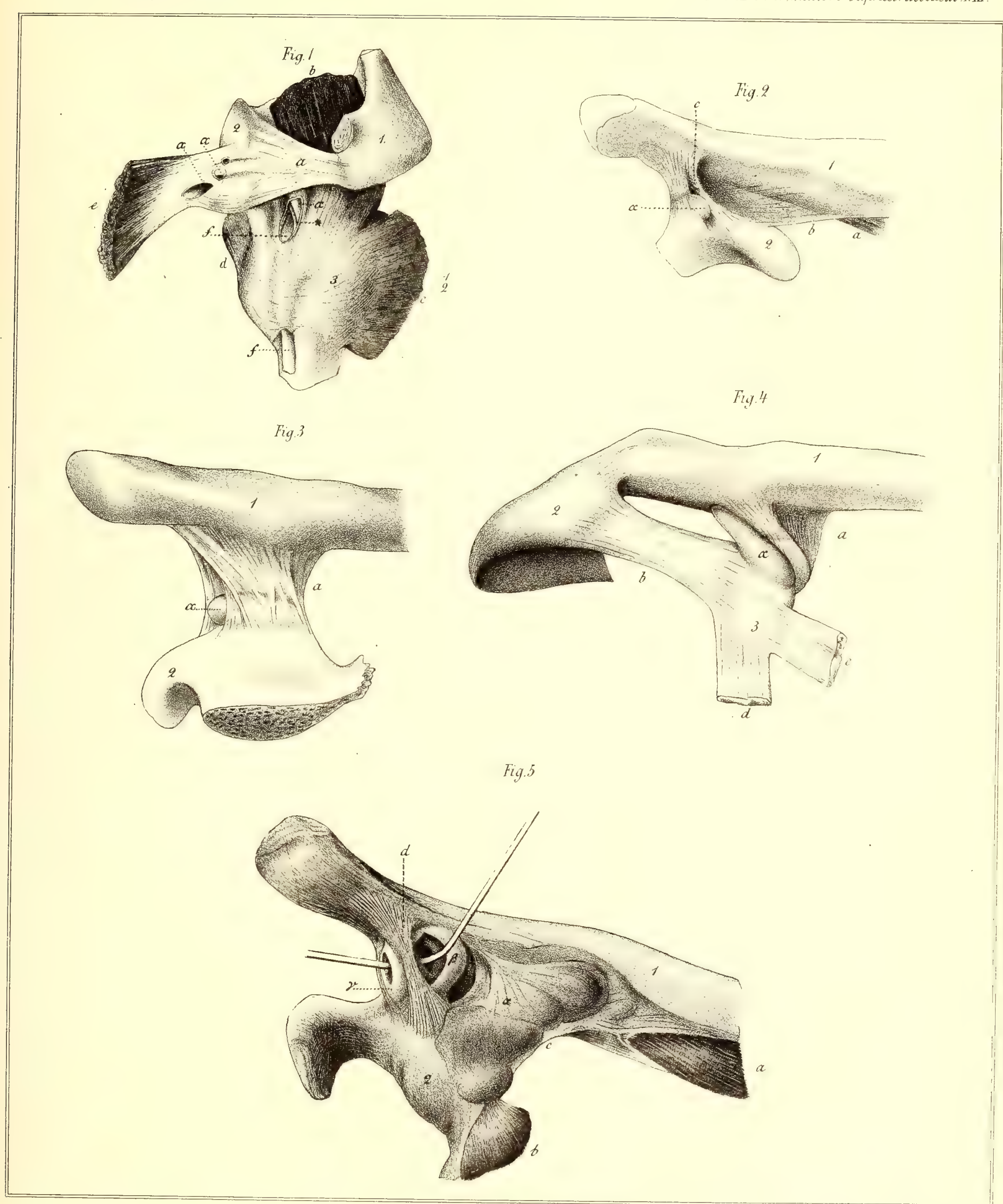
Fig. 3. Linkes Schulterstück.
(Ansicht von aussen und hinten.)
1. *Clavicula.*
2. *Processus coracoideus.*
a. *Lig. coraco-claviculare.*
α. *B. m. supracoracoidea lateralis posterior.*

Fig. 4. Rechtes Schulterstück.
1. *Clavicula.*
2. *Acromion.*
3. *Processus coracoideus.*
a. *Lig. coraco-claviculare.*
b. *Lig. coraco-acromiale.*
c. *M. pectoralis minor.*
d. Vereinigter Ursprung des *M. coracobrachialis* und *Caput breve m. bicipitis brachii.*
α. *B. m. supracoracoidea lateralis posterior.*

Fig. 5. Rechtes Schulterstück.
1. *Clavicula.*
2. *Procescus coracoideus.*
a. *M. subclavius.*
b. *M. pectoralis minor.*
c. *Fascia coraco-clavicularis.*
d. *Lig. trapezoideum.*
α. *B. m. supracoracoidea medialis anterior* zwischen beiden Blättern der *Fascia coraco-clavicularis.*
β. *B. m. supracoracoidea medialis posterior.*
γ. *B. m. supracoracoidea lateralis posterior.*
(β. und γ. mit einander *communicirend.*)


Fig 1
1
b
α
2
c
a
d
Fig 2
1
b
α
c
a
α
2
d
Fig 3
1.
c
b
a
α
2
d
Fig 4
1
c
b
α
a
2.
Fig 5
1
a
a'
α
a"
b
2


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[e] SÉRIE.
Tome III, N° 12 et dernier.

ВѢКОВЫЯ ВОЗМУЩЕНІЯ
СЕМИ БОЛЬШИХЪ ПЛАНЕТЪ.

ОТДѢЛЕНІЕ ЧЕТВЕРТОЕ.

Возмущенія третьяго порядка относительно эксцентрицитетовъ и наклоненій планетныхъ орбитъ.

Д. ПЕРЕВОЩИКОВА,
Члена Академіи.

Читано 18 Сентября 1860.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ, 1861.

ПРОДАЕТСЯ У КОММИССІОНЕРОВЪ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ:

И. Глазунова, въ СПб. и въ Москвѣ,
Эггерса и Комп., въ СПб.,
Сам. Шмидта въ Ригѣ,
П. Доляжикова, въ Кіевѣ,
Энфяджянца и Комп., въ Тифлисѣ,
Л. Фосса съ Лейпцигѣ.

Цѣна 1 руб. 45 коп. сер.

Печатано по распоряженію Импeрторской Академій Наукъ.

10. Іюня 1861 года.

Непремѣнный-Секретарь Академикъ *К. Веселовскій.*

Въ типографіи Императорской Академіи Наукъ.

ВѢКОВЫЯ ВОЗМУЩЕНІЯ СЕМИ БОЛЬШИХЪ ПЛАНЕТЪ.

ОТДѢЛЕНІЕ ЧЕТВЕРТОЕ.

Возмущенія третьяго порядка относительно эксцентрицитетовъ и наклоненій планетныхъ орбитъ.

(1). Для опредѣленія возмущеній третьяго порядка относительно эксцентрицитетовъ и наклоненій планетныхъ орбитъ, функцію возмущеній (см. отд. I, стр. 6)

$$R = m'\left(\frac{xx' + yy' + zz'}{r'^3} - \frac{1}{\rho'}\right),$$

въ которой

$$\rho'^2 = r'^2 + r^2 - 2(xx' + yy' + zz'),$$

надобно разложить до членовъ четвертаго порядка включительно, сообщивъ ей предварительно удобнѣйшій видъ для разложенія по теоремѣ Тейлора. Въ моей запискѣ «Объ эллиптическомъ движеніи планетъ» напечатанной въ III томѣ «Ученыхъ записокъ И. Академіи наукъ по первому и третьему отдѣленіямъ» формулы (52) и (C) даютъ

$$x = r\cos C\cos N - r\sin C\cos J\sin N,$$

$$y = r\cos C\sin N + r\sin C\cos J\cos N,$$

$$z = r\sin C\sin J,$$

гдѣ $C + N = L$; слѣд.

$$x = r\cos L + 2r\sin(L - N)\sin N\sin^2\tfrac{1}{2}J,$$

$$y = r\sin L - 2r\sin(L - N)\cos N\sin^2\tfrac{1}{2}J,$$

$$z = r\sin(L - N)\sin J$$

и

$$x' = r'\cos L' + 2r'\sin(L' - N')\sin N'\sin^2\tfrac{1}{2}J',$$
$$y' = r'\sin L' - 2r'\sin(L' - N')\cos N'\sin^2\tfrac{1}{2}J',$$
$$z' = r'\sin(L' - N')\sin J'.$$

Отсюда находимъ

$$xx' + yy' + zz' = rr'\cos(L' - L) + rr'h_2 + rr'h_4,$$

гдѣ

$$h_2 = -(\sin^2\tfrac{1}{2}J' + \sin^2\tfrac{1}{2}J)\cos(L' - L) + \sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(L' + L - 2N) + \sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(L' + L - 2N')$$
$$+ \tfrac{1}{2}\operatorname{sn}J'\operatorname{sn}J[\cos(L' - L - N' + N) - \cos(L' + L - N' - N)],$$

$$h_4 = \sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(L' - L) + \cos(L' - L - 2N' + 2N) - \cos(L' + L - 2N) - \cos(L' + L - 2N')],$$

и потому

$$R = m'\left\{\frac{rr'}{r'^3}[\cos(L' - L) + h_2 + h_4] - [r'^2 + r^2 - 2rr'\cos(L' - L) - 2rr'h_2 - 2rr'h_4]^{-\frac{1}{2}}\right\} + \ldots .$$

Прочіе члены этого выраженіх имѣютъ туже форму съ перемѣной массы m' на m'', m''', и пр. и L', r', J', N' на L'', r'', J'', N'', L''', r''', J''', N''', и пр.; слѣд. можемъ заниматься только разложеніемъ перваго члена, который по формулѣ Ньютона превращается въ

$$\left.\begin{aligned}
R = {} & m'\left\{\frac{rr'}{r'^3}\cos(L' - L) - [r'^2 + r^2 - 2rr'\cos(L' - L)]^{-\frac{1}{2}}\right\} \\
& + m'rr'\left\{\frac{1}{r'^3} - [r'^2 + r^2 - 2rr'\cos(L' - L)]^{-\frac{3}{2}}\right\}h_2 \\
& + m'rr'\left\{\frac{1}{r'^3} - [r'^2 + r^2 - 2rr'\cos(L' - L)]^{-\frac{3}{2}}\right\}h_4 \\
& - \tfrac{3}{2}m'r'^2r^2[r'^2 + r^2 - 2rr'\cos(L' - L)]^{-\frac{5}{2}}h_2^2.
\end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

(2). На стр. 11 и 12 перваго отдѣленія объяснены основанія, на которыхъ производится разложеніе функціи R по теоремѣ Тейлора. На этихъ основаніяхъ, здѣсь первый членъ должно разложить до членовъ, содержащихъ производители четвертаго порядка относительно Δr, $\Delta r'$, Δl и $\Delta l'$; такъ что, положивъ

$$S = \left\{\frac{rr'}{r'^3}\cos(L' - L) - [r'^2 + r^2 - 2rr\cos(L' - L)]^{-\frac{1}{2}}\right\},$$

$$S_1 = \frac{a}{a'^2}\cos\beta - [a'^2 + a^2 - 2aa'\cos\beta]^{-\frac{1}{2}} = \tfrac{1}{2}A^{(0)} + \tfrac{1}{2}A^{(i)}\cos i\beta,$$

для общей формулы разложенія получимъ:

$$S = S_1 + \frac{dS_1}{da}\Delta r + \frac{dS_1}{da'}\Delta r' + \frac{dS_1}{d\zeta}\Delta l + \frac{dS_1}{d\zeta'}\Delta l'$$

$$+\frac{1}{2}\Big\{\frac{d^2S_1}{(da)^2}(\Delta r)^2+\frac{d^2S_1}{(da')^2}(\Delta r')^2+\frac{d^2S_1}{(d\zeta)^2}(\Delta l)^2+\frac{d^2S_1}{(d\zeta')^2}(\Delta l')^2$$

$$+2\frac{d^2S_1}{da\,da'}\Delta r\Delta r'+2\frac{d^2S_1}{da\,d\zeta}\Delta r\Delta l+2\frac{d^2S_1}{da\,d\zeta'}\Delta r\Delta l'+2\frac{d^2S_1}{da'd\zeta}\Delta r'\Delta l$$

$$+2\frac{d^2S_1}{da'd\zeta'}\Delta r'\Delta l'+2\frac{d^2S_1}{d\zeta d\zeta'}\Delta l\Delta l'\Big\}$$

$$+\frac{1}{6}\Big\{\frac{d^3S_1}{(da)^3}(\Delta r)^3+\frac{d^3S_1}{(da')^3}(\Delta r')^3+\frac{d^3S_1}{(d\zeta)^3}(\Delta l)^3+\frac{d^3S_1}{(d\zeta')^3}(\Delta l')^3$$

$$+3\frac{d^3S_1}{(da)^2da'}(\Delta r)^2\Delta r'+3\frac{d^3S_1}{(da)^2d\zeta}(\Delta r)^2\Delta l+3\frac{d^3S_1}{(da)^2d\zeta'}(\Delta r)^2\Delta l'$$

$$+3\frac{d^3S_1}{(da')^2da}(\Delta r')^2\Delta r+3\frac{d^3S_1}{(da')^2d\zeta}(\Delta r')^2\Delta l+3\frac{d^3S_1}{(da')^2d\zeta'}(\Delta r')^2\Delta l'$$

$$+3\frac{d^3S_1}{da(d\zeta)^2}\Delta r(\Delta l)^2+3\frac{d^3S_1}{(d\zeta)^2da'}(\Delta l)^2\Delta r'+3\frac{d^3S_1}{(d\zeta)^2d\zeta'}(\Delta l)^2\Delta l'$$

$$+3\frac{d^3S_1}{(d\zeta')^2da}(\Delta l')^2\Delta r+3\frac{d^3S_1}{(d\zeta')^2da'}(\Delta l')^2\Delta r'+3\frac{d^3S_1}{(d\zeta')^2d\zeta}(\Delta l')^2\Delta l$$

$$+6\frac{d^3S_1}{da\,da'd\zeta}\Delta r\Delta r'\Delta l+6\frac{d^3S_1}{da\,da'd\zeta'}\Delta r\Delta r'\Delta l'+6\frac{d^3S_1}{da\,d\zeta d\zeta'}\Delta r\Delta l\Delta l'+6\frac{d^3S_1}{da'd\zeta d\zeta'}\Delta r'\Delta l\Delta l'\Big\}$$

$$+\frac{1}{24}\Big\{\frac{d^4S_1}{(da)^4}(\Delta r)^4+\frac{d^4S_1}{(da')^4}(\Delta r')^4+\frac{d^4S_1}{(d\zeta)^4}(\Delta l)^4+\frac{d^4S_1}{(d\zeta')^4}(\Delta l')^4$$

$$+4\frac{d^4S_1}{da(da')^3}\Delta r(\Delta r')^3+4\frac{d^4S_1}{da(d\zeta)^3}\Delta r(\Delta l)^3+4\frac{d^4S_1}{da(d\zeta')^3}\Delta r(\Delta l')^3$$

$$+12\frac{d^4S_1}{da\,da'(d\zeta)^2}\Delta r\Delta r'(\Delta l)^2+12\frac{d^4S_1}{da\,da'(d\zeta')^2}\Delta r\Delta r'(\Delta l')^2+12\frac{d^4S_1}{da(da')^2d\zeta}\Delta r(\Delta r')^2\Delta l$$

$$+12\frac{d^4S_1}{da(da')^2d\zeta'}\Delta r(\Delta r')^2\Delta l'+12\frac{d^4S_1}{da\,d\zeta(d\zeta')^2}\Delta r\Delta l(\Delta l')^2+12\frac{d^4S_1}{da(d\zeta)^2d\zeta'}\Delta r(\Delta l)^2\Delta l'$$

$$+6\frac{d^4S_1}{(da)^2(da')^2}(\Delta r)^2(\Delta r')^2+6\frac{d^4S_1}{(da)^2(d\zeta)^2}(\Delta r)^2(\Delta l)^2+6\frac{d^4S_1}{(da)^2(d\zeta')^2}(\Delta r)^2(\Delta l')^2$$

$$+12\frac{d^4S_1}{(da)^2da'd\zeta}(\Delta r)^2\Delta r'\Delta l+12\frac{d^4S_1}{(da)^2da'd\zeta'}(\Delta r)^2\Delta r'\Delta l'+12\frac{d^4S_1}{(da)^2d\zeta d\zeta'}(\Delta r)^2\Delta l\Delta l'$$

$$+4\frac{d^4S_1}{(da)^3da'}(\Delta r)^3\Delta r'+4\frac{d^4S_1}{(da)^3d\zeta}(\Delta r)^3\Delta l+4\frac{d^4S_1}{(da)^3d\zeta'}(\Delta r)^3\Delta l'$$

$$+4\frac{d^4S_1}{da'(d\zeta)^3}\Delta r'(\Delta l)^3+4\frac{d^4S_1}{da'(d\zeta')^3}\Delta r'(\Delta l')^3+12\frac{d^4S_1}{da'(d\zeta)^2d\zeta'}\Delta r'(\Delta l)^2\Delta l'$$

$$+12\frac{d^4S_1}{da'd\zeta(d\zeta')^2}\Delta r'\Delta l(\Delta l')^2+6\frac{d^4S_1}{(da')^2(d\zeta)^2}(\Delta r')^2(\Delta l)^2+6\frac{d^4S_1}{(da')^2(d\zeta')^2}(\Delta r')^2(\Delta l')^2$$

$$+12\frac{d^4S_1}{(da')^2d\zeta d\zeta'}(\Delta r')^2\Delta l\Delta l'+4\frac{d^4S_1}{(da')^3d\zeta}(\Delta r')^3\Delta l+4\frac{d^4S_1}{(da')^3d\zeta'}(\Delta r')^3\Delta l'$$

$$+4\frac{d^4S_1}{d\zeta(d\zeta')^3}\Delta l(\Delta l')^3+6\frac{d^4S_1}{(d\zeta)^2(d\zeta')^2}(\Delta l)^2(\Delta l')^2+4\frac{d^4S_1}{(d\zeta)^3d\xi'}(\Delta l)^3\Delta l'+24\frac{d^4S_1}{da\,da'd\zeta d\zeta'}\Delta r\Delta r'\Delta l\Delta l'\Big\}.$$

*

Для показанныхъ здѣсь дифференцированій потребны слѣдующія вспомогательныя формулы, происходящія отъ симетріи коеффиціента $A^{(i)}$ относительно a и a':

$$a'\frac{dA^{(i)}}{da'}=-A^{(i)}-a\frac{dA^{(i)}}{da},$$

$$a'\frac{d^2A^{(i)}}{da'da}=-2\frac{dA^{(i)}}{da}-a\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2},$$

$$a'^2\frac{d^2A^{(i)}}{(da')^2}=2A^{(i)}+4a\frac{dA^{(i)}}{da}+a^2\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2},$$

$$a'^2\frac{d^3A^{(i)}}{da(da')^2}=6\frac{dA^{(i)}}{da}+6a\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}+a^2\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3},$$

$$a'^3\frac{d^3A^{(i)}}{(da')^3}=-6A^{(i)}-18a\frac{dA^{(i)}}{da}-9a^2\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}-a^3\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3},$$

$$a'\frac{d^3A^{(i)}}{da'(da)^2}=-3\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}-a\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3},$$

$$a'^4\frac{d^4A^{(i)}}{(da')^4}=24A^{(i)}+96a\frac{dA^{(i)}}{da}+72a^2\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}+16a^3\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^4},$$

$$a'^3\frac{d^4A^{(i)}}{da(da')^3}=-24\frac{dA^{(i)}}{da}-36a\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}-12a^2\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}-a^3\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^4},$$

$$a'^2\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^2(da')^2}=12\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}+8a\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}+a^2\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^4},$$

$$a'\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^3da'}=-4\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}-a\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^4}.$$

(3). Посредствомъ всѣхъ этихъ формулъ, найдемъ:

$$\begin{aligned}
S=&\tfrac{1}{2}A^{(0)}\Big[1-\frac{\Delta r'}{a'}+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^3+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^4\Big]\\
&-\tfrac{1}{2}a\frac{dA^{(0)}}{da}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)\Big[1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-4\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^3\Big]\\
&+\tfrac{1}{4}a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^2\Big[1-3\frac{\Delta r'}{a'}+6\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2\Big]\\
&-\tfrac{1}{12}a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^2\Big(1-4\frac{\Delta r'}{a'}\Big)+\tfrac{1}{48}a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^4\\
&+\cos i\beta\Big\{\tfrac{1}{2}A^{(i)}\Big[1-\frac{\Delta r'}{a'}+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^3+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^4-\frac{i^2}{2}(\Delta l'-\Delta l)^2\Big(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2\Big)\\
&\qquad+\frac{i^4}{24}(\Delta l'-\Delta l)^4\Big]\\
&\qquad-\tfrac{1}{2}a\frac{dA^{(i)}}{da}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)\Big[1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-4\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^3-\frac{i^2}{2}\Big(1-2\frac{\Delta r'}{a'}\Big)(\Delta l'-\Delta l)^2\Big]\\
&\qquad+\tfrac{1}{4}a^2\frac{d^2A^{(i)}}{da^2}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^2\Big[1-3\frac{\Delta r'}{a'}+6\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-\frac{i^2}{2}(\Delta l'-\Delta l)^2\Big]\\
&\qquad-\tfrac{1}{12}a^3\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^3\Big(1-4\frac{\Delta r'}{a'}\Big)+\tfrac{1}{48}a^4\frac{d^4A^{(i)}}{(da)^4}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^4\Big\}
\end{aligned}$$

$$+\sin i\beta\Big\{-\frac{i}{2}A^{(i)}\Big[\Big(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2-\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^3\Big)(\Delta l'-\Delta l)-\frac{i^2}{6}\Big(1-\frac{\Delta r'}{a'}\Big)(\Delta l'-\Delta l)^3\Big]$$

$$+\frac{i}{2}a\frac{dA^{(i)}}{da}\Big[\Big(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\Big(\frac{\Delta r'}{a'}\Big)^2\Big)\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)(\Delta l'-\Delta l)-\frac{i^2}{6}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)(\Delta l'-\Delta l)^3\Big]$$

$$-\frac{i}{4}a^2\frac{d^2A^{(i)}}{(da)^2}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^2\Big(1-3\frac{\Delta r'}{a'}\Big)(\Delta l'-\Delta l)+\frac{i}{12}a^3\frac{d^3A^{(i)}}{(da)^3}\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^3(\Delta l'-\Delta l)\Big\}.$$

(4). Когда чрезъ m изобразимъ среднюю аномалію планеты, тогда будемъ имѣть:

$$\frac{\Delta r}{a}=\tfrac{1}{2}f^2-(f-\tfrac{3}{8}f^3)\cos m-(\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{3}f^4)\cos 2m-\tfrac{3}{8}f^3\cos 3m-\tfrac{1}{3}f^4\cos 4m,$$

$$\Big(\frac{\Delta r}{a}\Big)^2=\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{2}f^3\cos m+\tfrac{1}{2}(f^2-f^4)\cos 2m+\tfrac{1}{2}f^3\cos 3m+\tfrac{1}{2}f^4\cos 4m,$$

$$\Big(\frac{\Delta r}{a}\Big)^3=\tfrac{3}{8}f^4-\tfrac{3}{4}f^3\cos m-\tfrac{1}{4}f^3\cos 3m-\tfrac{3}{8}f^4\cos 4m,$$

$$\Big(\frac{\Delta r}{a}\Big)^4=\tfrac{3}{8}f^4+\tfrac{1}{2}f^4\cos 2m+\tfrac{1}{8}f^4\cos 4m,$$

$$\Delta l=(2f-\tfrac{1}{4}f^3)\sin m+(\tfrac{5}{4}f^2-\tfrac{11}{24}f^4)\sin 2m+\tfrac{13}{12}f^3\sin 3m+\tfrac{103}{96}f^4\sin 4m,$$

$$(\Delta l)^2=2f^2+\tfrac{9}{32}f^4+\tfrac{5}{2}f^3\cos m-(2f^2-\tfrac{8}{3}f^4)\cos 2m-\tfrac{5}{2}f^3\cos 3m-\tfrac{283}{96}f^4\cos 4m,$$

$$(\Delta l)^3=6f^3\sin m+\tfrac{15}{2}f^4\sin 2m-2f^3\sin 3m-\tfrac{15}{4}f^4\sin 4m,$$

$$(\Delta l)^4=6f^4-8f^4\cos 2m+2f^4\cos 4m.$$

Отсюда выходитъ:

$$\frac{\Delta r'}{a}-\frac{\Delta r}{a}=\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{2}f^2-(f'-\tfrac{3}{8}f'^3)\cos m'+(f-\tfrac{3}{8}f^3)\cos m-(\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{3}f'^4)\cos 2m'$$
$$+(\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{3}f^4)\cos 2m-\tfrac{3}{8}f'^3\cos 3m'+\tfrac{3}{8}f^3\cos 3m-\tfrac{1}{3}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{3}f^4\cos 4m,$$

$$\Big(\frac{\Delta r'}{a}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^2=\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{2}f^2f'^2+(f^2f'-\tfrac{1}{2}f'^3)\cos m'+(ff'^2-\tfrac{1}{2}f^3)\cos m+(\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2f'^2-\tfrac{1}{2}f'^4)\cos 2m'$$
$$+(\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{2}f^2f'^2-\tfrac{1}{2}f^4)\cos 2m+\tfrac{1}{2}f'^3\cos 3m'+\tfrac{1}{2}f^3\cos 3m+\tfrac{1}{2}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{2}f^4\cos 4m$$
$$-(ff'-\tfrac{3}{8}f^3f'-\tfrac{3}{8}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]-\tfrac{1}{2}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)]$$
$$-\tfrac{1}{2}ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)]-\tfrac{1}{4}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)]$$
$$-\tfrac{3}{8}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]-\tfrac{3}{8}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],$$

$$\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^3=\tfrac{3}{8}f'^4-\tfrac{3}{8}f^4-(\tfrac{3}{2}f'f^2+\tfrac{3}{4}f'^3)\cos m'+(\tfrac{3}{2}ff'^2+\tfrac{3}{4}f^3)\cos m-\tfrac{3}{2}f^2f'^2\cos 2m'+\tfrac{3}{2}f^2f'^2\cos 2m$$
$$-\tfrac{1}{4}f'^3\cos 3m'+\tfrac{1}{4}f^3\cos 3m-\tfrac{3}{8}f'^4\cos 4m'+\tfrac{3}{8}f^4\cos 4m-\tfrac{3}{4}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)]$$
$$+\tfrac{3}{4}ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)]+(\tfrac{3}{4}f^3f'-\tfrac{3}{4}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]$$
$$-\tfrac{3}{4}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]+\tfrac{3}{4}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],$$

$$\Big(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\Big)^4=\tfrac{3}{8}f'^4+\tfrac{3}{8}f^4+\tfrac{3}{2}f^2f'^2+(\tfrac{3}{2}f^2f'^2+\tfrac{1}{2}f'^4)\cos 2m'+(\tfrac{3}{2}f^2f'^2+\tfrac{1}{2}f^4)\cos 2m+\tfrac{1}{8}f'^4\cos 4m'$$
$$+\tfrac{1}{8}f^4\cos 4m-(\tfrac{3}{2}f^3f'+\tfrac{3}{2}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]+\tfrac{3}{4}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)]$$
$$-\tfrac{1}{2}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]-\tfrac{1}{2}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)].$$

Потомъ

$$\Delta l' - \Delta l = (2f' - \tfrac{1}{4}f'^3)\sin m' - (2f - \tfrac{1}{4}f^3)\sin m + (\tfrac{5}{4}f'^2 - \tfrac{11}{24}f'^4)\sin 2m' - (\tfrac{5}{4}f^2 - \tfrac{11}{24}f^4)\sin 2m$$
$$+ \tfrac{13}{12}f'^3\sin 3m' - \tfrac{13}{12}f^3\sin 3m + \tfrac{103}{96}f'^4\sin 4m' - \tfrac{103}{96}f^4\sin 4m,$$

$$(\Delta l' - \Delta l)^2 = 2f'^2 + 2f^2 + \tfrac{9}{32}f'^4 + \tfrac{9}{32}f^4 + \tfrac{5}{2}f'^3\cos m' + \tfrac{5}{2}f^3\cos m - (2f'^2 - \tfrac{8}{3}f'^4)\cos 2m'$$
$$- (2f^2 - \tfrac{8}{3}f^4)\cos 2m - \tfrac{5}{2}f'^3\cos 3m' - \tfrac{5}{2}f^3\cos 3m - \tfrac{283}{96}f'^4\cos 4m' - \tfrac{283}{96}f^4\cos 4m$$
$$+ (4ff' - \tfrac{1}{2}f^3f' - \tfrac{1}{2}ff'^3)[\cos(m'+m) - \cos(m'-m)] + \tfrac{5}{2}f^2f'[\cos(m'+2m) - \cos(m'-2m)]$$
$$+ \tfrac{5}{2}ff'^2[\cos(2m'+m) - \cos(2m'-m)] + \tfrac{25}{16}f^2f'^2[\cos(2m'+2m) - \cos(2m'-2m)]$$
$$+ \tfrac{13}{6}f^3f'[\cos(m'+3m) - \cos(m'-3m)] + \tfrac{13}{6}ff'^3[\cos(3m'+m) - \cos(3m'-m)],$$

$$(\Delta l' - \Delta l)^3 = (12f^2f' + 6f'^3)\sin m' - (12ff'^2 + 6f^3)\sin m + (\tfrac{15}{2}f^2f'^2 + \tfrac{15}{2}f'^4)\sin 2m'$$
$$- (\tfrac{15}{2}f^2f'^2 + \tfrac{15}{2}f^4)\sin 2m - 2f'^3\sin 3m' + 2f^3\sin 3m - \tfrac{15}{4}f'^4\sin 4m' + \tfrac{15}{4}f^4\sin 4m$$
$$- 6f^2f'[\sin(m'+2m) + \sin(m'-2m)] + 6ff'^2[\sin(2m'+m) - \sin(2m'-m)]$$
$$+ \tfrac{15}{2}f^3f'[\sin(m'+m) + \sin(m'-m)] - \tfrac{15}{2}ff'^3[\sin(m'+m) - \sin(m'-m)]$$
$$- \tfrac{15}{2}f^2f'^2\sin(2m'-2m) - \tfrac{15}{2}f^3f'[\sin(m'+3m) + \sin(m'-3m)]$$
$$+ \tfrac{15}{2}ff'^3[\sin(3m'+m) - \sin(3m'-m)],$$

$$(\Delta l' - \Delta l)^4 = 6f'^4 + 6f^4 + 24f^2f'^2 - (24f^2f'^2 + 8f'^4)\cos 2m' - (24f^2f'^2 + 8f^4)\cos 2m + 2f'^4\cos 4m'$$
$$+ 2f^4\cos 4m + 12f^2f'^2[\cos(2m'+2m) + \cos(2m'-2m)]$$
$$+ 24(f^3f' + ff'^3[\cos(m'+m) - \cos(m'-m)] - 8f^3f'[\cos(m'+3m) - \cos(m'-3m)]$$
$$- 8ff'^3[\cos(3m'+m) + \cos(3m'-m)].$$

(5). Послѣ этихъ предварительныхъ формулъ можемъ уже составить выраженія *аргументовъ*, содержащихся въ общемъ разложеніи функціи S; именно:

$$1 - \frac{\Delta r'}{a'} + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3 + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^4 = 1 + (f' - \tfrac{1}{8}f'^3)\cos m' + (f'^2 - \tfrac{1}{3}f'^4)\cos 2m' + \tfrac{9}{8}f'^3\cos 3m'$$
$$+ \tfrac{4}{3}f'^4\cos 4m',$$

$$1 - 2\frac{\Delta r'}{a'} + 3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - 4\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3 = 1 + \tfrac{1}{2}f'^2 - \tfrac{3}{2}f'^4 + (2f' + \tfrac{3}{4}f'^3)\cos m' + (\tfrac{5}{2}f'^2 - \tfrac{13}{6}f'^4)\cos 2m'$$
$$+ \tfrac{13}{4}f'^3\cos 3m' + \tfrac{11}{3}f'^4\cos 4m',$$

$$\begin{aligned}
\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-4\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right) &= -\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{4}f^2f'^2-\tfrac{3}{8}f'^4-(f'+f^2f'+\tfrac{7}{8}f'^3)\cos m' \\
&+(f+\tfrac{1}{2}ff'^2-\tfrac{3}{8}f^3)\cos m-(\tfrac{3}{2}f'^2+\tfrac{5}{4}f^2f'^2+\tfrac{2}{3}f'^4)\cos 2m' \\
&+(\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{4}f^2f'^2-\tfrac{1}{3}f^4)\cos 2m-\tfrac{17}{8}f'^3\cos 3m' \\
&+\tfrac{3}{8}f^3\cos 3m-\tfrac{71}{24}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{3}f^4\cos 4m \\
&+(ff'-\tfrac{3}{8}f^3f'+\tfrac{3}{8}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)] \\
&+\tfrac{1}{2}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)] \\
&+\tfrac{5}{4}ff'^2[\cos 2m'+m)+\cos(2m'-m)] \\
&+\tfrac{5}{8}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)] \\
&+\tfrac{3}{8}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)] \\
&+\tfrac{13}{8}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],
\end{aligned}$$

$$1-3\frac{\Delta r'}{a'}+6\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2=1+\tfrac{3}{2}f'^2+(3f'-\tfrac{33}{8}f'^3)\cos m'+(\tfrac{9}{2}f'^2-4f'^4)\cos 2m'+\tfrac{33}{8}f'^3\cos 3m'+4f'^4\cos 4m',$$

$$\begin{aligned}
\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^2\left(1-3\frac{\Delta r'}{a'}+6\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right) &= \tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{7}{4}f^2f'^2+\tfrac{9}{8}f'^4+(\tfrac{5}{8}f^2f'+\tfrac{7}{4}f'^3)\cos m' \\
&-(2ff'^2+\tfrac{1}{3}f^3)\cos m+(\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{17}{4}f^2f'^2+\tfrac{10}{4}f'^4)\cos 2m' \\
&+(\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{4}f^2f'^2-\tfrac{1}{2}f^4)\cos 2m+\tfrac{5}{4}f'^3\cos 3m'+\tfrac{1}{2}f^3\cos 3m+\tfrac{19}{8}f'^4\cos 4m' \\
&+\tfrac{1}{2}f^4\cos 4m-(ff'+\tfrac{3}{8}f^3f'+\tfrac{21}{8}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)] \\
&+\tfrac{1}{4}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m) \\
&-2ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)] \\
&+\tfrac{1}{8}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)] \\
&+\tfrac{3}{8}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)] \\
&-\tfrac{27}{8}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^3\left(1-4\frac{\Delta r'}{a'}\right) &= -\tfrac{9}{8}f'^4-\tfrac{3}{8}f^4-3f^2f'^2-(\tfrac{3}{2}f^2f'+\tfrac{3}{4}f'^3)\cos m'+(\tfrac{3}{2}ff'^2+\tfrac{3}{4}f^3)\cos m \\
&-(\tfrac{9}{2}f^2f'^2+2f'^4)\cos 2m'-\tfrac{3}{2}f^2f'^2\cos 2m-\tfrac{1}{4}f'^3\cos 3m'+\tfrac{1}{4}f^3\cos 3m \\
&-\tfrac{7}{8}f'^4\cos 4m'+\tfrac{3}{8}f^4\cos 4m-\tfrac{3}{4}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)] \\
&+\tfrac{3}{4}ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)]-\tfrac{3}{2}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)] \\
&+(\tfrac{15}{4}ff'^3+\tfrac{9}{4}f^3f')[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)] \\
&-\tfrac{1}{4}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]+\tfrac{9}{4}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],
\end{aligned}$$

$$\frac{\Delta r'}{a'}(\Delta l'-\Delta l)^2=\tfrac{1}{4}f'^4+f^2f'^2-(2f^2f'+f'^3)\cos m'-(f^2f'^2+2f'^4)\cos 2m'-f^2f'^2\cos 2m+f'^3\cos 3m'$$
$$+\tfrac{7}{4}f'^4\cos 4m'+f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)]-2ff'^2[\cos(2m'+m)-\cos(2m'-m)]$$
$$-\tfrac{1}{4}f^2f'^2[3\cos(2m'+2m)-7\cos(2m'-2m)]+\tfrac{7}{4}ff'^3[\cos(m'+m)-\cos(m'-m)]$$
$$-\tfrac{5}{4}f^3f'[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]+\tfrac{5}{4}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]$$
$$-\tfrac{9}{4}ff'^3[\cos(3m'+m)-\cos(3m'-m)],$$

$$\frac{\Delta r'}{a'}(\Delta l'-\Delta l)^3=-(6f^2f'^2+2f'^4)\sin 2m'+f'^4\sin 4m'+(3f^3f'+3ff'^3)[\sin(m'+m)-\sin(m'-m)]$$
$$+3f^2f'^2[\sin(2m'+2m)+\sin(2m'-2m)]-f^3f'[\sin(m'+3m)-\sin(m'-3m)]$$
$$-3ff'^3[\sin(3m'+m)-\sin(3m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2(\Delta l-\Delta l)^2=\tfrac{1}{2}f'^4+f^2f'^2+f^2f'^2\cos 2m'-f^2f'^2\cos 2m-\tfrac{1}{2}f'^4\cos 4m'$$
$$-\tfrac{1}{2}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)]+ff'^3[\cos(m'+m)-\cos(m'-m)]$$
$$+ff'^3[\cos(3m'+m)-\cos(3m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}\right)=-\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{2}f^2f'^2-(f'+f^2f'-\tfrac{11}{8}f'^3)\cos m'+(f-ff'^2-\tfrac{3}{8}f^3)\cos m$$
$$-(\tfrac{3}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2f'^2-\tfrac{4}{3}f'^4)\cos 2m'+(\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{2}f^2f'^2-\tfrac{1}{3}f^4)\cos 2m$$
$$-\tfrac{11}{8}f'^3\cos 3m'+\tfrac{3}{8}f^3\cos 3m-\tfrac{4}{3}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{3}f^4\cos 4m$$
$$+(ff'-\tfrac{3}{8}f^3f'-\tfrac{3}{8}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]$$
$$+\tfrac{1}{2}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)]+\tfrac{1}{2}ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)]$$
$$+\tfrac{1}{4}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)]+\tfrac{3}{8}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]$$
$$+\tfrac{3}{8}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}\right)(\Delta l'-\Delta l)^2=-\tfrac{3}{4}f'^4-\tfrac{1}{4}f^4-2f^2f'^2-(2f^2f'+f'^3)\cos m'+(2ff'^2+f^3)\cos m$$
$$-(2f^2f'^2+2f'^4)\cos 2m'+(2f^2f'^2+2f^4)\cos 2m+f'^3\cos 3m'$$
$$-f^3\cos 3m+\tfrac{11}{4}f'^4\cos 4m'-\tfrac{7}{4}f^4\cos 4m$$
$$+f^2f'[3\cos(m'+2m)-\cos(m'-2m)]$$
$$-ff'^2[3\cos(2m'+m)-\cos(2m'-m)]$$
$$+f^2f'^2[3\cos(2m'+2m)-\cos(2m'-2m)]$$
$$-\tfrac{1}{2}f^3f'[4\cos(m'+m)-3\cos(m'-m)]$$
$$+\tfrac{1}{2}ff'^3[4\cos(m'+m)+5\cos(m'-m)]$$
$$+\tfrac{1}{2}f^3f'[5\cos(m'+3m)-4\cos(m'-3m)]$$
$$-\tfrac{1}{2}ff'^3[13\cos(3m'+m)-4\cos(3m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^2(\Delta l'-\Delta l)^2=\tfrac{1}{2}f'^4+\tfrac{1}{2}f^4+2f^2f'^2-\tfrac{1}{2}f'^4\cos 4m'-\tfrac{1}{2}f^4\cos 4m$$
$$-f^2f'^2[3\cos(2m'+2m)-\cos(2m'-2m)]-(2f^3f'+2ff'^3)\cos(m'-m)$$
$$+2f^3f'\cos(m'+3m)+2ff'^3\cos(3m'+m),$$

$$1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-\left(\frac{\Delta r'}{\alpha'}\right)^3=1-\tfrac{3}{8}f'^4+(f'-\tfrac{1}{8}f'^3)\cos m'+(f'^2-\tfrac{5}{6}f'^4)\cos 2m'+\tfrac{9}{8}f'^3\cos 3m'$$
$$+\tfrac{29}{24}f'^4\cos 4m',$$

$$\left(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right)(\Delta l'-\Delta l)=(2f'-\tfrac{5}{8}f'^3)\sin m'-(2f-\tfrac{1}{4}f^3)\sin m+(\tfrac{9}{4}f'^2-\tfrac{31}{24}f'^4)\sin 2m'$$
$$-(\tfrac{5}{4}f^2-\tfrac{11}{24}f^4)\sin 2m+\tfrac{65}{24}f'^3\sin 3m'-\tfrac{13}{12}f^3\sin 3m$$
$$+\tfrac{303}{96}f'^4\sin 4m'-\tfrac{103}{96}f^4\sin 4m$$
$$-(ff'-\tfrac{1}{8}f^3f-\tfrac{1}{8}ff'^3)[\sin(m'+m)-\sin(m'-m)]$$
$$-\tfrac{5}{8}f^2f'[\sin(m'+2m)-\sin(m'-2m)]$$
$$-ff'^2[\sin(2m'+m)-\sin(2m'-m)]$$
$$-\tfrac{5}{8}f^2f'^2[\sin(2m'+2m)-\sin(2m'-2m)]$$
$$-\tfrac{13}{24}f^3f'[\sin(m'+3m)-\sin(m'-3m)]$$
$$-\tfrac{9}{8}ff'^3[\sin(3m'+m)-\sin(3m'-m)],$$

$$1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2=1+\tfrac{1}{2}f'^2+(2f'-\tfrac{9}{4}f'^3)\cos m'+(\tfrac{5}{2}f'^2-\tfrac{13}{6}f'^4)\cos 2m'+\tfrac{9}{4}f'^3\cos 3m'$$
$$+\tfrac{13}{6}f'^4\cos 4m',$$

$$\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)=-\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{1}{4}f^2f'^2+\tfrac{9}{8}f'^4-(f'+f^2f'+\tfrac{7}{8}f'^3)\cos m'$$
$$+(f+\tfrac{1}{2}ff'^2-\tfrac{3}{8}f^3)\cos m-(\tfrac{3}{2}f'^2+\tfrac{5}{4}f^2f'^2-\tfrac{4}{3}f'^4)\cos 2m'$$
$$+(\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{4}f^2f'^2-\tfrac{1}{3}f^4)\cos 2m-\tfrac{17}{8}f'^3\cos 3m'$$
$$+\tfrac{3}{8}f^3\cos 3m-\tfrac{59}{24}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{3}f^4\cos 4m$$
$$+(ff'-\tfrac{3}{8}f^3f'-\tfrac{9}{8}ff'^3)[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)]$$
$$+\tfrac{1}{2}f^2f'[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)]$$
$$+\tfrac{5}{4}ff'^2[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)]$$
$$+\tfrac{5}{8}f^2f'^2[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)]$$
$$+\tfrac{3}{8}f^3f'[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)]$$
$$+\tfrac{9}{8}ff'^3[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)],$$

$$\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)(\Delta l'-\Delta l)=-\left(f^2f'+\tfrac{1}{8}f'^3\right)\sin m'+\left(ff'^2+\tfrac{7}{8}f^3\right)\sin m$$
$$-\left(f'^2+\tfrac{13}{8}f^2f'^2-\tfrac{5}{24}f'^4\right)\sin 2m'-\left(f^2-\tfrac{1}{8}f^2f'^2-\tfrac{23}{24}f^4\right)\sin 2m$$
$$-\tfrac{17}{8}f'^3\sin 3m'-\tfrac{9}{8}f^3\sin 3m-\tfrac{173}{48}f'^4\sin 4m'-\tfrac{59}{48}f^4\sin 4m$$
$$+\left(2ff'+\tfrac{3}{8}f^3f'+\tfrac{5}{8}ff'^3\right)\sin(m'+m)$$
$$-\left(\tfrac{9}{8}f^3f'+\tfrac{9}{8}ff'^3\right)\sin(m'-m)$$
$$+\tfrac{1}{8}f^2f'\left[\sin(m'+2m)+7\sin(m'-2m)\right]$$
$$+\tfrac{1}{8}ff'^2\left[25\sin(2m'+m)+\sin(2m'-m)\right]$$
$$+\tfrac{1}{8}f^2f'^2\left[4\sin(2m'+2m)+9\sin(2m'-2m)\right]$$
$$-\tfrac{1}{24}f^3f'\left[5\sin(m'+3m)-23\sin(m'-3m)\right]$$
$$+\tfrac{1}{24}ff'^3\left[109\sin(3m'+m)+7\sin(3m'-m)\right],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)(\Delta l'-\Delta l)^3=-\left(6f^2f'^2+2f'^4\right)\sin 2m'-\left(6f^2f'^2+2f^4\right)\sin 2m+f'^4\sin 4m'$$
$$+f^4\sin 4m+\left(6f^3f'+6ff'^3\right)\sin(m'+m)+6f^2f'^2\sin(2m'+2m)$$
$$-f^3f'\left[4\sin(m'+3m)+2\sin(m'-3m)\right]-ff'^3\left[4\sin(3m'+m)-2\sin(3m'-m)\right],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^2\left(1-3\frac{\Delta r'}{a'}\right)=\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{4}f^2f'^2-\tfrac{9}{8}f'^4+\left(\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{11}{4}f^2f'-\tfrac{1}{2}f'^4\right)\cos 2m'$$
$$+\left(\tfrac{5}{2}f^2f'+\tfrac{7}{4}f'^3\right)\cos m'-\left(2ff'^2+\tfrac{1}{2}f^3\right)\cos m+\left(\tfrac{1}{2}f^2-\tfrac{7}{4}f^2f'^2-\tfrac{1}{2}f^4\right)\cos 2m$$
$$+\tfrac{5}{4}f'^3\cos 3m'+\tfrac{1}{2}f^3\cos 3m+\tfrac{13}{8}f'^4\cos 4m'+\tfrac{1}{2}f^4\cos 4m$$
$$-\left(ff'+\tfrac{3}{8}f^3f'+\tfrac{3}{4}ff'^3\right)\left[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)\right]$$
$$+\tfrac{1}{4}f^2f'\left[\cos(m'+2m)+\cos(m'-2m)\right]-2ff'^2\left[\cos(2m'+m)+\cos(2m'-m)\right]$$
$$-\tfrac{5}{8}f^2f'^2\left[\cos(2m'+2m)+\cos(2m'-2m)\right]+\tfrac{3}{8}f^3f'\left[\cos(m'+3m)+\cos(m'-3m)\right]$$
$$-\tfrac{12}{8}ff'^3\left[\cos(3m'+m)+\cos(3m'-m)\right],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^2\left(1-3\frac{\Delta r'}{a'}\right)(\Delta l'-\Delta l)=\left(f^2f'+\tfrac{1}{2}f'^3\right)\sin m'-\left(ff'^2+\tfrac{1}{2}f^3\right)\sin m+\left(\tfrac{25}{8}f^2f'^2+\tfrac{9}{8}f'^4\right)\sin 2m'$$
$$+\left(\tfrac{11}{8}f^2f'^2+\tfrac{3}{8}f^4\right)\sin 2m+\tfrac{1}{2}f'^3\sin 3m'-\tfrac{1}{2}f^3\sin 3m$$
$$+\tfrac{25}{16}f'^4\sin 4m'-\tfrac{13}{16}f^4\sin 4m-\left(\tfrac{17}{8}f^3f'+\tfrac{19}{8}ff'^3\right)\sin(m'+m)$$
$$+\left(\tfrac{9}{8}f^3f'+\tfrac{9}{8}ff'^3\right)\sin(m'-m)+\tfrac{1}{2}f^2f'\left[3\sin(m'+2m)-\sin(m'-2m)\right]$$
$$-\tfrac{1}{2}ff'^2\left[3\sin(2m'+m)+\sin(2m'-m)\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f^2f'^2\,[18\sin(2m'+2m)-9\sin(2m'-2m)]$$
$$+\tfrac{1}{8}f^3f'\,[7\sin(m'+3m)+\sin(m'-3m)]$$
$$-\tfrac{1}{8}ff'^3\,[31\sin(3m'+m)+11\sin(3m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^3(\Delta l'-\Delta l)=-(\tfrac{3}{2}f^2f'^2+\tfrac{1}{4}f'^4)\sin 2m'-(\tfrac{3}{2}f^2f'^2+\tfrac{1}{2}f^4)\sin 2m-\tfrac{1}{4}f'^4\sin 4m'-\tfrac{1}{4}f^4\sin 4m$$
$$+(\tfrac{3}{2}f^3f'+\tfrac{3}{2}ff'^3)\sin(m'+m)-\tfrac{3}{2}f^2f'^2\sin(2m'+2m)$$
$$+\tfrac{1}{2}f^3f'[2\sin(m'+3m)-\sin(m'-3m)]+\tfrac{1}{2}ff'^3[2\sin(3m'+m)+\sin(3m'-m)].$$

(6). Если опредѣленные такимъ образомъ аргументы вставимъ въ общую формулу разложенія функціи S, то получимъ полное разложеніе этой функціи до членовъ четвертаго порядка относительно эксцентрицитетовъ. Для вѣковыхъ возмущеній имѣемъ надобность только въ тѣхъ членахъ, которые *явно* не зависятъ отъ времени, и при вычисленіи аргументовъ можно было бы не обращать вниманія на прочія члены; но я не пренебрегъ ими по слѣдующимъ причинамъ: Вопервыхъ, изъ полнаго вычисленія легко усмотрѣть, что въ разложеніи не пропущено ни одного члена и самое вычисленіе произведено безошибочно. Вовторыхъ, найденными членами можно благонадежно пользоваться при изслѣдованіяхъ возмущеній періодическихъ. Произведши упомянутую вставку, въ предположеніяхъ $i=\pm1$ и ±2, и вспомнивъ, что $m=\zeta-\omega$, $m'=\zeta'-\omega'$, находимъ:

$$S=\tfrac{1}{2}A^{(0)}+\tfrac{1}{8}(f'^2+f^2)\left(2a\frac{dA^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}\right)+\tfrac{1}{4}ff'\cos(\omega'-\omega)\left[2A^{(1)}-2a\frac{dA^{(1)}}{da}-a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}\right]$$
$$+\tfrac{1}{32}f^2f'^2\left[4a\frac{dA^{(0)}}{da}+14a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$
$$+\tfrac{1}{64}f^2f'^2\cos(2\omega'-2\omega)\left[12A^{(2)}-12a\frac{dA^{(2)}}{da}+6a^2\frac{d^2A^{(2)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(2)}}{(da)^2}+a^4\frac{d^4A^{(2)}}{(da)^4}\right]$$
$$-\tfrac{1}{32}f^3f'\cos(\omega'-\omega)\left[4a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+6a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$
$$-\tfrac{1}{32}ff'^3\cos(\omega'-\omega)\left[-4A^{(1)}+4a\frac{dA^{(1)}}{da}+22a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+10a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$
$$+\tfrac{1}{128}f'^4\left[24a\frac{dA^{(0)}}{da}+36a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+12a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$
$$+\tfrac{1}{128}f^4\left[4a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right].$$

(7). Второй членъ формулы (I) должно разлагать только до членовъ втораго порядка относительно эксцентрицитетовъ, потому что онъ помножается на функцію втораго порядка относительно наклоненій планетныхъ орбитъ, что̀ производится также по общей формулѣ разложенія (чл. 2), и опять при помощи условныхъ уравненій:

$$a'\frac{dB^{(i)}}{da'} = -B^{(i)} - a\frac{dB^{(i)}}{da},$$

$$aa'\frac{d^2B^{(i)}}{da\,da'} = -2a\frac{dB^{(i)}}{da} - a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2},$$

$$a'^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} = 2B^{(i)} + 4a\frac{dB^{(i)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2},$$

$$a^2a'\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^2da'} = -3a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} - a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3},$$

$$aa'^2\frac{d^3B^{(i)}}{da(da')^2} = 6a\frac{dB^{(i)}}{da} + 6a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} + a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^2},$$

$$a'^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da')^3} = -6B^{(i)} - 18a\frac{dB^{(i)}}{da} - 9a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} - a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3},$$

$$a^3a'\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^3da'} = -4a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3} - a^4\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^4},$$

$$aa'^3\frac{d^4B^{(i)}}{da(da')^3} = -24a\frac{dB^{(i)}}{da} - 36a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} - 12a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3} - a^4\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^4},$$

$$a^2a'^2\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^2(da')^2} = 12a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} + 8a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^4},$$

$$a'^4\frac{d^4B^{(i)}}{(da')^4} = 24B^{(i)} + 96a\frac{dB^{(i)}}{da} + 72a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2} + 16a^3\frac{d^3B^{(i)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4B^{(i)}}{(da)^4},$$

потому что надобно предположить

$$P = rr'\left[\frac{1}{r'^3} - (r'^2 + r^2 + 2rr'\cos\beta)^{-\frac{3}{2}}\right]$$

и

$$P' = aa'\left[\frac{1}{a'^3} - (a'^2 + a^2 - 2a'a\cos\beta)^{-\frac{3}{2}}\right] = \tfrac{1}{2}B^{(0)} + \tfrac{1}{2}B^{(i)}\cos i\beta,$$

изъ чего, по дифференцированіи относительно a и a', нетрудно вывести, что

$$a'\frac{dB^{(0)}}{da'} = -B^{(0)} - a\frac{dB^{(0)}}{da}, \text{ и } a'\frac{dB^{(i)}}{da'} = -B^{(i)} - a\frac{dB^{(i)}}{da}.$$

Потомъ находимъ

$$P = \tfrac{1}{2}B^{(0)}\left[1 - \frac{\Delta r'}{a'} + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3 + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^4\right] - \tfrac{1}{2}a\frac{dB^{(0)}}{da}\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)\left(1 - 2\frac{\Delta r'}{a'} + 3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - 4\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right)$$

$$+ \tfrac{1}{4}a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)^2\left(1 - 3\frac{\Delta r'}{a'} + 6\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)$$

$$+ \cos i\beta\left\{\tfrac{1}{2}B^{(i)}\left[1 - \frac{\Delta r'}{a'} + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3 + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^4 - \frac{i^2}{2}(\Delta l' - \Delta l)^2\left(1 - \frac{\Delta r'}{a'} + \left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)\right]\right.$$

$$- \tfrac{1}{2}a\frac{dB^{(i)}}{da}\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)\left[1 - 2\frac{\Delta r'}{a'} + 3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2 - 4\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right]$$

$$\left. + \tfrac{1}{4}a^2\frac{d^2B^{(i)}}{(da)^2}\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)^2\left[1 - 3\frac{\Delta r'}{a'} + 6\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right]\right\}$$

$$+\sin i\beta\Big\{-\frac{i}{2}B^{(i)}(\Delta l'-\Delta l)\left(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right)$$

$$+\frac{i}{2}a\frac{dB^{(i)}}{da}(\Delta l'-\Delta l)\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)\Big\},$$

гдѣ

$$1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^4=1+f'\cos m'+f'^2\cos 2m',$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-4\left(\frac{\Delta r'}{\Delta'}\right)^3\right)=-\tfrac{1}{2}f'^2-\tfrac{1}{2}f^2-f'\cos m'+f\cos m-\tfrac{3}{2}f'^2\cos 2m'$$
$$+\tfrac{1}{2}f^2\cos 2m+ff'[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)],$$

$$\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)^2\left(1-3\frac{\Delta r'}{a'}+6\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)=\tfrac{1}{2}f'^2+\tfrac{1}{2}f^2+\tfrac{1}{2}f'^2\cos 2m'+\tfrac{1}{2}f^2\cos 2m$$
$$-ff'[\cos(m'+m)+\cos(m'-m)],$$

$$(\Delta l'-\Delta l)^2\left(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)=2f'^2+2f^2-2f'^2\cos 2m'-2f^2\cos 2m$$
$$+4ff'[\cos(m'+m)-\cos(m'-m)],$$

$$(\Delta l'-\Delta l)\left(1-\frac{\Delta r'}{a'}+\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2-\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^3\right)=2f'\sin m'-2f\sin m+\tfrac{9}{4}f'^2\sin 2m'-\tfrac{5}{4}f^2\sin 2m$$
$$-ff'[\sin(m'+m)-\sin(m'-m)],$$

$$(\Delta l'-\Delta l)\left(\frac{\Delta r'}{a'}-\frac{\Delta r}{a}\right)\left(1-2\frac{\Delta r'}{a'}+3\left(\frac{\Delta r'}{a'}\right)^2\right)=-f'^2\sin 2m'-f^2\sin 2m+2ff'\sin(m'+m).$$

И такъ

$$P=\tfrac{1}{2}B^{(0)}+\tfrac{1}{8}(f'^2+f^2)\left(2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right)+\tfrac{1}{2}f'\cos(\zeta'-\omega')\left[B^{(0)}+a\frac{dB^{(0)}}{da}\right]-\tfrac{1}{2}f\cos(\zeta-\omega)a\frac{dB^{(0)}}{da}$$

$$+\tfrac{1}{8}f'^2\cos(2\zeta'-2\omega')\left[4B^{(0)}+6a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]-\tfrac{1}{8}f^2\cos(2\zeta-2\omega)\left[2a\frac{dB^{(0)}}{da}-a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{4}ff'[\cos(\zeta'+\zeta-\omega'-\omega)+\cos(\zeta'-\zeta-\omega'+\omega)]\left[2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$+B^{(1)}\cos(\zeta'-\zeta)+\tfrac{1}{2}f'[\cos(2\zeta'-\zeta-\omega')+\cos(\zeta-\omega')]\left[B^{(1)}+a\frac{dB^{(1)}}{da}\right]$$

$$-\tfrac{1}{2}f[\cos(\zeta'-\omega)+\cos(\zeta'-2\zeta+\omega)]a\frac{dB^{(1)}}{da}$$

$$+\tfrac{1}{4}(f'^2+f^2)\cos(\zeta'-\zeta)\left[-4B^{(1)}+2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f'^2[\cos(3\zeta'-\zeta-2\omega')+\cos(\zeta'+\zeta-2\omega')]\left[8B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f^2[\cos(\zeta'+\zeta-2\omega)+\cos(\zeta'-3\zeta+2\omega)]\left[4B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{du}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{4}ff'[\cos(2\zeta'-\omega'-\omega)+\cos(2\zeta-\omega'-\omega)]\left[4B^{(1)}+2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{4}ff'[\cos(2\zeta'-2\zeta-\omega'+\omega)+\cos(\omega'-\omega)]\left[-4B^{(1)}+2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-f'[\cos(\zeta-\omega')-\cos(2\zeta'-\zeta-\omega')]B^{(1)}+f[\cos(\zeta'-2\zeta+\omega)-\cos(\zeta'-\omega)]B^{(1)}$$

$$-\tfrac{1}{8}f'^2[\cos(\zeta'+\zeta-2\omega')-\cos(3\zeta'-\zeta-2\omega')]\left[9B^{(1)}+4a\frac{dB^{(1)}}{da}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f^2[\cos(\zeta'-3\zeta+2\omega)-\cos(\zeta'+\zeta-2\omega)]\left[5B^{(1)}-4a\frac{dB^{(1)}}{da}\right]$$

$$+\tfrac{1}{2}ff'[\cos(2\zeta-\omega'-\omega)-\cos(2\zeta'-\omega'-\omega)]\left[B^{(1)}+2a\frac{dB^{(1)}}{da}\right]$$

$$-\tfrac{1}{2}ff'[\cos(\omega'-\omega)-\cos(2\zeta'-2\zeta-\omega'+\omega)]B^{(1)}$$

$$+\cos(2\zeta'-2\zeta)B^{(2)}+\tfrac{1}{2}f'[\cos(3\zeta'-2\zeta-\omega')+\cos(\zeta'-2\zeta+\omega')]\left[B^{(2)}+a\frac{dB^{(2)}}{da}\right]$$

$$-\tfrac{1}{2}f[\cos(2\zeta'-\zeta-\omega)+\cos(2\zeta'-3\zeta+\omega)]a\frac{dB^{(2)}}{da}$$

$$+\tfrac{1}{4}(f'^2+f^2)\cos(2\zeta'-2\zeta)\left[-16B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f'^2[\cos(4\zeta'-2\zeta-2\omega')+\cos(2\zeta-2\omega')]\left[20B^{(2)}+6a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}f^2[\cos(2\zeta'-2\omega)+\cos(2\zeta'-4\zeta+2\omega)]\left[16B^{(2)}-2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{4}ff'[\cos(3\zeta'-\zeta-\omega'-\omega)+\cos(\zeta'-3\zeta+\omega'+\omega)]\left[16B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{4}ff'[\cos(3\zeta'-3\zeta-\omega'+\omega)+\cos(\zeta'-\zeta+\omega'-\omega)]\left[-16B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-2f'[\cos(\zeta'-2\zeta+\omega')-\cos(3\zeta'-2\zeta-\omega')]B^{(2)}+2f[\cos(2\zeta'-3\zeta+\omega)-\cos(2\zeta'-\zeta+\omega)]B^{(2)}$$

$$-\tfrac{1}{4}f'^2[\cos(2\zeta-2\omega')-\cos(4\zeta'-2\zeta-2\omega')]\left[9B^{(2)}+4a\frac{dB^{(2)}}{da}\right]$$

$$+\tfrac{1}{4}f^2[\cos(2\zeta'-4\zeta+2\omega)-\cos(2\zeta'-2\omega)]\left[5B^{(2)}-4a\frac{dB^{(2)}}{da}\right]$$

$$+ff'[\cos(\zeta'-3\zeta+\omega'+\omega)-\cos(3\zeta'-\zeta-\omega'-\omega)]\left[B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}\right]$$

$$-ff'[\cos(\zeta'-\zeta+\omega'-\omega)-\cos(3\zeta'-3\zeta-\omega'+\omega)]B^{(2)}$$

(8). Послику h_2 естъ функція ζ' и ζ, то надобно разложить ее также до членовъ втораго порядка относительно эксцентрицитетовъ; получимъ:

$$h_2 = -(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)\cos(\zeta' - \zeta) + \sin^2 \tfrac{1}{2}J \cos(\zeta' + \zeta - 2N) + \sin^2 \tfrac{1}{2}J' \cos(\zeta' + \zeta - 2N')$$

$$+ \tfrac{1}{2}\sin J' \sin J [\cos(\zeta' - \zeta - N' + N) - \cos(\zeta' + \zeta - N' - N)]$$

$$+ f'(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta - \omega') - \cos(2\zeta' - \zeta - \omega')]$$

$$- f(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta' - 2\zeta + \omega) - \cos(\zeta' - \omega)]$$

$$+ \tfrac{5}{8}f'^2(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta' + \zeta - 2\omega') - \cos(3\zeta' - \zeta - 2\omega')]$$

$$- \tfrac{5}{8}f^2(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta' - 3\zeta + 2\omega) - \cos(\zeta' + \zeta - 2\omega)]$$

$$- f' \sin^2 \tfrac{1}{2}J [\cos(\zeta + \omega' - 2N) - \cos(2\zeta' + \zeta - \omega' - 2N)]$$

$$- f \sin^2 \tfrac{1}{2}J [\cos(\zeta' + \omega - 2N) - \cos(\zeta' + 2\zeta - \omega - 2N)]$$

$$- \tfrac{5}{8}f'^2 \tfrac{1}{2}J\ [\cos(\zeta' - \zeta - 2\omega' + 2N) - \cos(3\zeta' + \zeta - 2\omega' - 2N)]$$

$$- \tfrac{5}{8}f^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}J [\cos(\zeta' - \zeta + 2\omega - 2N) - \cos(\zeta' + 3\zeta - 2\omega - 2N)]$$

$$- f' \sin^2 \tfrac{1}{2}J' [\cos(\zeta + \omega' - 2N') - \cos(2\zeta' + \zeta - \omega' - 2N')]$$

$$- f \sin^2 \tfrac{1}{2}J' [\cos(\zeta' + \omega - 2N') - \cos(\zeta' + 2\zeta - \omega - 2N')$$

$$- \tfrac{5}{8}f'^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}J' [\cos(\zeta' - \zeta - 2\omega' + 2N') - \cos(3\zeta' + \zeta - 2\omega' - 2N')]$$

$$- \tfrac{5}{8}f^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}J' [\cos(\zeta' - \zeta + 2\omega - 2N') - \cos(\zeta' + 3\zeta - 2\omega - 2N')]$$

$$- \tfrac{1}{2}f' \sin J' \sin J [\cos(\zeta - \omega' + N' - N) - \cos(2\zeta - \zeta - \omega' - N' + N)]$$

$$+ \tfrac{1}{2}f \sin J' \sin J [\cos(\zeta' - 2\zeta + \omega - N' + N) - \cos(\zeta' - \omega - N' + N)]$$

$$- \tfrac{5}{16}f'^2 \sin J' \sin J [\cos(\zeta' + \zeta - 2\omega' + N' - N) - \cos(3\zeta' - \zeta - 2\omega' - N' + N)]$$

$$+ \tfrac{5}{16}f^2 \sin J' \sin J [\cos(\zeta' - 3\zeta + 2\omega - N' + N) - \cos(\zeta' + \zeta - 2\omega - N' + N)]$$

$$+ \tfrac{1}{2}f' \sin J' \sin J [\cos(\zeta + \omega' - N' - N) - \cos(2\zeta' + \zeta - \omega' - N' - N)]$$

$$+ \tfrac{1}{2}f \sin J' \sin J [\cos(\zeta' + \omega - N' - N) - \cos(\zeta' + 2\zeta - \omega - N' - N)]$$

$$+ \tfrac{5}{16}f'^2 \sin J' \sin J [\cos(\zeta' - \zeta - 2\omega' + N' + N) - \cos(3\zeta' + \zeta - 2\omega' - N' - N)]$$

$$+ \tfrac{5}{16}f^2 \sin J' \sin J [\cos(\zeta' - \zeta + 2\omega - N' - N) - \cos(\zeta' + 3\zeta - 2\omega - N' - N)]$$

$$+ (f'^2 + f^2)(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)\cos(\zeta' - \zeta)$$

$$- \tfrac{1}{2}f'^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta' + \zeta - 2\omega') + \cos(3\zeta' - \zeta - 2\omega')]$$

$$- \tfrac{1}{2}f^2(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(\zeta' - 3\zeta + 2\omega) + \cos(\zeta' + \zeta - 2\omega)]$$

$$+ ff'(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)[\cos(2\zeta - \omega' - \omega) + \cos(2\zeta' - \omega' - \omega) - \cos(\omega' - \omega) - \cos(2\zeta' - 2\zeta - \omega' + \omega)]$$

$$- (f'^2 + f^2)\sin^2 \tfrac{1}{2}J \cos(\zeta' + \zeta - 2N)$$

$$+ \tfrac{1}{2}f'^2 \sin^2 \tfrac{1}{2}J [\cos(3\zeta' + \zeta - 2\omega' - 2N) + \cos(\zeta' - \zeta - 2\omega' + 2N)]$$

$$+\tfrac{1}{2}f^2\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(\zeta'+3\zeta-2\omega-2N)+\cos(\zeta'-\zeta+2\omega-2N)]$$

$$+ff'\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'+2\zeta-\omega'-\omega-2N)+\cos(\omega'+\omega-2N)$$

$$-\cos(2\zeta'-\omega'+\omega-2N)-\cos(2\zeta+\omega'-\omega-2N)]$$

$$-(f'^2+f^2)\sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(\zeta'+\zeta-2N')$$

$$+\tfrac{1}{2}f'^2\sin^2\tfrac{1}{2}J'[\cos(3\zeta'+\zeta-2\omega'-2N')+\cos(\zeta'-\zeta-2\omega'+2N')]$$

$$+\tfrac{1}{2}f^2\sin^2\tfrac{1}{2}J'[\cos(\zeta'+3\zeta-2\omega-2N')+\cos(\zeta'-\zeta+2\omega-2N')]$$

$$+ff'\sin^2\tfrac{1}{2}J'[\cos(2\zeta'+2\zeta-\omega'-\omega-2N')+\cos(\omega'+\omega-2N')$$

$$-\cos(2\zeta'-\omega'+\omega-2N')-\cos(2\zeta+\omega'-\omega-2N')]$$

$$-\tfrac{1}{2}(f'^2+f^2)\sin J'\sin J\cos(\zeta'-\zeta-N'+N)$$

$$+\tfrac{1}{4}f'^2\sin J'\sin J[\cos(3\zeta'-\zeta-2\omega'-N'+N)+\cos(\zeta'+\zeta-2\omega'+N'-N)]$$

$$+\tfrac{1}{4}f^2\sin J'\sin J[\cos(\zeta'+\zeta-2\omega-N'+N)+\cos(\zeta'-3\zeta+2\omega-N'+N)]$$

$$-\tfrac{1}{2}ff'\sin J'\sin J[\cos(2\zeta'-\omega'-\omega-N'+N)+\cos(2\zeta-\omega'-\omega+N'-N)$$

$$-\cos(2\zeta'-2\zeta-\omega'+\omega-N'+N)-\cos(\omega'-\omega-N'+N)]$$

$$+\tfrac{1}{2}(f'^2+f^2)\sin J'\sin J\cos(\zeta'+\zeta-N'-N)$$

$$-\tfrac{1}{4}f'^2\sin J'\sin J[\cos(3\zeta'+\zeta-2\omega'-N'-N)+\cos(\zeta'-\zeta-2\omega'+N'+N)]$$

$$-\tfrac{1}{4}f^2\sin J'\sin J[\cos(\zeta'+3\zeta-2\omega-N'-N)+\cos(\zeta'-\zeta+2\omega-N'-N)]$$

$$-\tfrac{1}{2}ff'\sin J'\sin J[\cos(2\zeta'+2\zeta-\omega'-\omega-N'-N)+\cos(\omega'+\omega-N'-N)$$

$$-\cos(2\zeta'-\omega'+\omega-N'-N)-\cos(2\zeta+\omega'-\omega-N'-N')].$$

(9). Произведеніе этихъ двухъ выраженій будетъ

$$Ph_2=\tfrac{1}{8}ff'\cos(\omega'-\omega)(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{8}ff'\cos(\omega'+\omega-2N)\sin^2\tfrac{1}{2}J\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{8}ff'\cos(\omega'+\omega-2N')\sin^2\tfrac{1}{2}J'\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{16}ff'\cos(\omega'-\omega-N'+N)\sin J'\sin J\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}ff'\cos(\omega'+\omega-N'-N)\sin J'\sin J\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{2}(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)B^{(1)}+\tfrac{1}{4}\sin J'\sin J\cos(N'-N)B^{(1)}$$

$$-\tfrac{1}{8}(f'^2+f^2)(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\left[2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}(f'^2+f^2)\sin J'\sin J\cos(N'-N)\left[2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}f'^2\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega'-2N)\left[2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}f^2\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega-2N)\left[6B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}f'^2\sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(2\omega'-2N')\left[2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}f^2\sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(2\omega-2N')\left[6B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{32}f'^2\sin J'\sin J\cos(2\omega'-N'-N)\left[2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{32}f^2\sin J'\sin J\cos(2\omega-N'-N)\left[6B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}ff'(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\cos(\omega'-\omega)\left[-2B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{16}ff'\sin J'\sin J\cos(\omega'-\omega+N'-N)\left[-2B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

(10). Третій членъ общаго разложенія (I) функціи R помножается на h_4, на функцію четвертаго порядка относительно наклоненій; слѣд. надобно принять

$$h_4=\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(\zeta'-\zeta)+\cos(\zeta'-\zeta-2N'+2N)-\cos(\zeta'+\zeta-2N)-\cos(\zeta'+\zeta-2N')],$$

и къ произведенію Ph_2 придать еще два члена:

$$\tfrac{1}{2}\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J\,.\,B^{(1)}+\tfrac{1}{2}\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2N'-2N)\,.\,B^{(1)}.$$

(11). Въ четвертомъ членѣ формулы (I)

$$\begin{aligned}h^2_2= &\sin^4\tfrac{1}{2}J'+\sin^4\tfrac{1}{2}J+5\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J+\tfrac{1}{2}(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)^2\cos(2\zeta'-2\zeta)\\
&-(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'-2N)+\cos(2\zeta-2N)]\\
&-(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\sin^2\tfrac{1}{2}J'[\cos(2\zeta'-2N')+\cos(2\zeta'-2N')]\\
&-2(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'-2\zeta-N'+N)+\cos(N'-N)\\
&\qquad-\cos(2\zeta'-N'-N)-\cos(2\zeta-N'-N)]\\
&+\tfrac{1}{2}\sin^4\tfrac{1}{2}J\cos(2\zeta'+2\zeta-4N)+\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'+2\zeta-2N-2N')+\cos(2N'-2N)]\\
&+2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin^3\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'-N'-N)+\cos(2\zeta+N'-3N)-\cos(2\zeta'+2\zeta-N'-3N)-\cos(N'-N)]\\
&+\tfrac{1}{2}\sin^4\tfrac{1}{2}J'\cos(2\zeta'+2\zeta-4N')+2\sin^3\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'-3N'+N)+\cos(2\zeta-N'-N)\\
&\qquad-\cos(2\zeta'+2\zeta-3N'-N)-\cos(N'-N)]\\
&+2\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J[\cos(2\zeta'-2\zeta-2N'+2N)-\cos(2\zeta'+2\zeta-2N'-2N)-2\cos(2\zeta'-2N')-2\cos(2\zeta-2N)].\end{aligned}$$

Произведеніе $\sin J' \sin J = 4 \sin \frac{1}{2}J' \sin \frac{1}{2}J - 2 \sin^3 \frac{1}{2}J' \sin \frac{1}{2}J - 2 \sin \frac{1}{2}J' \sin^3 \frac{1}{2}J$, и положивъ

$$Q' = -\tfrac{3}{2}a^2a'^2[a'^2 + a^2 - 2aa' \cos\beta]^{-\frac{5}{2}} = -\tfrac{3}{4}C^{(0)} - \tfrac{3}{4}C^{(i)} \cos i\beta,$$

найдемъ

$$Q = -\tfrac{3}{4}C^{(0)} - \tfrac{3}{2}\cos(\zeta' - \zeta)\, C^{(1)} - \tfrac{3}{2}\cos(2\zeta' - 2\zeta)\, C^{(2)};$$

слѣд.

$$Qh^2_{\ 2} = \tfrac{1}{8}(\sin^4 \tfrac{1}{2}J' + \sin^4 \tfrac{1}{2}J)[6C^{(0)} + 3C^{(2)}] - \tfrac{1}{4}\sin^2 \tfrac{1}{2}J' \sin^2 \tfrac{1}{2}J[15C^{(0)} + 3C^{(2)}]$$
$$- \tfrac{1}{4}\sin^2 \tfrac{1}{2}J' \sin \tfrac{1}{2}J \cos(2N' - 2N)[3C^{(0)} + 6C^{(2)}]$$
$$+ \tfrac{1}{2}\sin \tfrac{1}{2}J' \sin \tfrac{1}{2}J(\sin^2 \tfrac{1}{2}J' + \sin^2 \tfrac{1}{2}J)\cos(N' - N)[6C^{(0)} - 3C^{(2)}].$$

(12). И такъ, наконецъ, функція возмущеній R, разложенная до членовъ четвертаго порядка относительно эксцентрицитетовъ и наклоненій, для вѣковыхъ возмущеній будетъ:

$$\frac{R}{m'} = \tfrac{1}{2}A^{(0)} + \tfrac{1}{8}(f'^2 + f^2)\left[2a\frac{dA^{(0)}}{da} + a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}\right] + \tfrac{1}{32}f^2f'^2\left[4a\frac{dA^{(0)}}{da} + 14a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2} + 8a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{128}f'^4\left[24a\frac{dA^{(0)}}{da} + 36a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2} + 12a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right] + \tfrac{1}{128}f^4\left[4a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{4}ff'\cos(\omega' - \omega)\left[2A^{(1)} - 2a\frac{dA^{(1)}}{da} - a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}\right] - \tfrac{1}{32}f^3f'\cos(\omega' - \omega)\left[4a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2} + 6a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$
$$- \tfrac{1}{32}ff'^3\cos(\omega' - \omega)\left[-4A^{(1)} + 4a\frac{dA^{(1)}}{da} + 22a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2} + 10a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{64}f^2f'^2\cos(2\omega' - 2\omega)\left[12A^{(2)} - 12a\frac{dA^{(2)}}{da} + 6a^2\frac{d^2A^{(2)}}{(da)^2} + 8a^3\frac{d^3A^{(2)}}{(da)^3} + a^4\frac{d^4A^{(2)}}{(da)^4}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{2}ff'\{(\sin^2\tfrac{1}{2}J' + \sin^2\tfrac{1}{2}J)\cos(\omega' - \omega) - \sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(\omega' + \omega - 2N) - \sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(\omega' + \omega - 2N')$$
$$- 2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(\omega' - \omega - N' + N)$$
$$+ 2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(\omega' + \omega - N' - N)\}\left[2B^{(0)} + 2a\frac{dB^{(0)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$
$$-\tfrac{1}{2}[\sin^2\tfrac{1}{2}J' + \sin^2\tfrac{1}{2}J - \sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J]B^{(1)} + \tfrac{1}{4}[\sin J'\sin J\cos(N' - N) + 2\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2N' - 2N)]B^{(1)}$$
$$- \tfrac{1}{8}(f'^2 + f^2)[\sin^2\tfrac{1}{2}J' + \sin^2\tfrac{1}{2}J - 2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(N' - N)]\left[2a\frac{dB^{(1)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{16}f'^2[\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega' - 2N) + \sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(2\omega' - 2N')$$
$$- 2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega' - N' - N)]\left[2B^{(1)} - 2a\frac{dB^{(1)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$
$$+ \tfrac{1}{16}f^2[\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega - 2N) + \sin^2\tfrac{1}{2}J'\cos(2\omega - 2N')$$
$$- 2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(2\omega - N' - N)]\left[6B^{(1)} + 6a\frac{dB^{(1)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{8}ff'[(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\cos(\omega'-\omega)-2\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J\cos(\omega'-\omega+N'-N)]\left[-2B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{8}(\sin^4\tfrac{1}{2}J'+\sin^4\tfrac{1}{2}J)[6C^{(0)}+3C^{(2)}]-\tfrac{1}{4}\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J[15C^{(0)}+3C^{(2)}]$$

$$-\tfrac{1}{4}\sin^2\tfrac{1}{2}J'\sin^2\tfrac{1}{2}J\cos(2N'-2N)[3C^{(0)}+6C^{(2)}]+\tfrac{1}{2}\sin\tfrac{1}{2}J'\sin\tfrac{1}{2}J(\sin^2\tfrac{1}{2}J'+\sin^2\tfrac{1}{2}J)\cos(N'-N)[6C^{(0)}+3C^{(2)}].$$

(13). Для удобности дифференцированія, этому выраженію надобно дать другой видъ посредствомъ условій:

$$h=f\sin\omega,\quad h'=f'\sin\omega',\quad p=\operatorname{tang}J\sin N,\quad p'=\operatorname{tang}J'\sin N',\ \text{и пр.}$$

$$l=f\cos\omega,\quad l'=f'\cos\omega',\quad q=\operatorname{tang}J\cos N,\quad q'=\operatorname{tang}J'\cos N',\ \text{и пр.}$$

и посредствомъ превращенія синусовъ наклоненій въ тангенсы тѣхъ же угловъ: именно: извѣстно, что

$$\sin J=\frac{\operatorname{tang}J}{\sqrt{(1+\operatorname{tang}^2 J)}}=\operatorname{tang}J(1-\tfrac{1}{2}\operatorname{tang}^2 J),$$

слѣд.

$$\sin J'\sin J=\operatorname{tang}J'\operatorname{tang}J(1-\tfrac{1}{2}\operatorname{tang}^2 J'-\tfrac{1}{2}\operatorname{tang}^2 J).$$

Потомъ

$$\cos J=(1+\operatorname{tang}^2 J)^{-\frac{1}{2}}=1-\tfrac{1}{2}\operatorname{tang}^2 J+\tfrac{3}{8}\operatorname{tang}^4 J,$$

что, вставивъ въ

$$\sin^2\tfrac{1}{2}J=\tfrac{1}{2}-\tfrac{1}{2}\cos J,$$

получимъ

$$\sin^2\tfrac{1}{2}J=\tfrac{1}{4}\operatorname{tang}^2 J-\tfrac{3}{16}\operatorname{tang}^4 J.$$

Послѣ того найдемъ

$$\frac{R}{m'}=\tfrac{1}{2}A^{(0)}+\tfrac{1}{8}(l'^2+h'^2+l^2+h^2)\left[2a\frac{dA^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{32}(l^2+h^2)(l'^2+h'^2)\left[4a\frac{dA^{(0)}}{da}+14a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$

$$+\tfrac{1}{128}(l'^2+h'^2)^2\left[24a\frac{dA^{(0)}}{da}+36a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+12a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$

$$+\tfrac{1}{128}(l^2+h^2)^2\left[4a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}\right]$$

$$+\tfrac{1}{4}(l'l+h'h)\left[2A^{(1)}-2a\frac{dA^{(1)}}{da}-a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{32}(l^2+h^2)(ll'+hh')\left[4a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+6a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$

$$-\tfrac{1}{32}(l'^2+h'^2)(ll'+hh')\left[-4A^{(1)}+4a\frac{dA^{(1)}}{da}+22a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+10a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}\right]$$

$$+\tfrac{1}{64}[(l'^2-h'^2)(l^2-h^2)+4l'lh'h]\left[12A^{(2)}-12a\frac{dA^{(2)}}{da}+6a^2\frac{d^2A^{(2)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(2)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(2)}}{(da)^4}\right]$$

$$+\tfrac{1}{16}[ll'(p'-p)^2+hh'(q'-q)^2-lh'(q'(p'-p)-p(q'-q))-l'h(p'(q'-q)-q(p'-p))]\left[2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{1}{32}\{4[(q'-q)^2+(p'-p)^2]+4[(q'-q)^2+(p'-p)^2](qq'+pp')-3[(q'^2-q^2)^2+(p'^2-p^2)^2]-6[q'p'-qp)^2\}B^{(1)}$$

$$-\tfrac{1}{32}(l'^2+h'^2+l^2+h^2)[(q'-q)^2+(p'-p)^2]\left[2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{64}\{(l'^2-h'^2)[(q'-q)^2-(p'-p)^2]+4\,l'h'(p'-p)(q'-q)\}\left[2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{64}\{(l^2-h^2)[(q'-q)^2-(p'-p)^2]+4\,lh(p'-p)(q'-q)\}\left[6B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}\right]$$

$$+\tfrac{1}{32}\{(ll'+hh')[(q'-q)^2+(p'-p)^2]+2(lh'-l'h)(qp'-q'p)\}\left[-2B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}\right]$$

$$-\tfrac{3}{64}\{(q'^2-q^2)^2+(p'^2-p^2)^2-4[(q'-q)^2+(p'-p)^2](qq'+pp')+4(p'q-pq')^2-2(q'p'-qp)^2\}C^{(0)}$$

$$-\tfrac{3}{128}\{(q'^2-q^2)^2+(p'^2-p^2)^2]-4[(q'-q)^2+(p'-p)^2](qq'+pp')+2(p'^2-p^2)(q'^2-q^2)\}C^{(2)}.$$

(14). Изъ предположенныхъ величинъ h, l, p, q выходитъ:

$$dh = ld\omega + \sin\omega df,\ \ dl = -hd\omega + \cos\omega df,$$

$$dp = qdN + \frac{\sin N}{\cos^2 J}dJ,\ \ dq = -pdN + \frac{\cos N}{\cos^2 J}dJ,$$

и какъ

$$\frac{dR}{df}df + \frac{dR}{dJ}dJ + \frac{dR}{dN}dN + \frac{dR}{d\omega}d\omega = \frac{dR}{dh}dh + \frac{dR}{dl}dl + \frac{dR}{dp}dp + \frac{dR}{dq}dq;$$

то

$$\frac{dR}{df} = \frac{dR}{dh}\sin\omega + \frac{dR}{dl}\cos\omega,\ \ \frac{dR}{d\omega} = l\frac{dR}{dh} - h\frac{dR}{dl},$$

$$\frac{dR}{dJ} = \frac{dR}{dp}\cdot\frac{\sin N}{\cos^2 J} + \frac{dR}{dq}\cdot\frac{\cos N}{\cos^2 J},\ \ \frac{dR}{dN} = q\frac{dR}{dp} - p\frac{dR}{dq}.$$

Сверхъ того, въ третьемъ отдѣленіи доказано, что

$$da = 2a^2n\frac{dR}{dE}dt,\ \ d\omega = \frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}\cdot\frac{dR}{df}dt,$$

$$df = -\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}[1-\sqrt{(1-f^2)}]\frac{dR}{dE}dt - \frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}\cdot\frac{dR}{d\omega}dt,$$

$$dN = \frac{na}{\sin J\sqrt{(1-f^2)}}\cdot\frac{dR}{dJ}dt,\ \ dJ = -\frac{na}{\sin J\sqrt{(1-f^2)}}\cdot\frac{dR}{dN}dt,$$

и въ вѣковыхъ возмущеніяхъ $\frac{dR}{dE} = o$; слѣд. если въ выраженія $\frac{df}{dt}$ и $\frac{d\omega}{dt}$ вставимъ вышенайденныя величины $\frac{dR}{d\omega}$ и $\frac{dR}{df}$, то получимъ

$$\frac{df}{dt} = -\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}l\frac{dR}{dh} + \frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}h\frac{dR}{dl},$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}\sin\omega\frac{dR}{dh} + \frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}\cos\omega\frac{dR}{dl},$$

и потому

$$\frac{dh}{dt}=\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}l\sin\omega\frac{dR}{dh}+\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}l\cos\omega\frac{dR}{dl}$$

$$-\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}l\sin\omega\frac{dR}{dh}+\frac{an\sqrt{(1-f^2)}}{f}h\sin\omega\frac{dR}{dl},$$

или

$$\frac{dh}{dt}=an\frac{dR}{dl}-\tfrac{1}{2}an(h^2+l^2)\frac{dR}{dl}.$$

Такимъ же образомъ находимъ:

$$\frac{dl}{dt}=-\left[an\frac{dR}{dh}-\tfrac{1}{2}an(l^2+h^2)\frac{dR}{dh}\right],$$

$$\frac{dp}{dt}=na\frac{dR}{dq}+\tfrac{1}{2}na(l^2+h^2)\frac{dR}{dq}+\tfrac{3}{2}na(p^2+q^2)\frac{dR}{dq},$$

$$\frac{dq}{dt}=-\left[na\frac{dR}{dp}+\tfrac{1}{2}na(l^2+h^2)\frac{dR}{dp}+\tfrac{3}{2}na(p^2+q^2)\frac{dR}{dp}\right].$$

(15). Въ выраженіи $\frac{R}{m'}$ слѣдуетъ преобразовать коеффиціенты, составленные изъ количествъ A, B, C и изъ ихъ дифференціаловъ. Въ первомъ отдѣленіи положено $\alpha=\frac{a}{a'}$, и найдено:

$$A^{(0)}=-\frac{1}{a'}b_{\frac{1}{2}}^{(0)},\quad A^{(1)}=\frac{a'}{\alpha}-\frac{1}{a'}b_{\frac{1}{2}}^{(1)},\quad A^{(i)}=\frac{1}{a'}b_{\frac{1}{2}}^{(i)},$$

$$\frac{dA^{(0)}}{da}=-\frac{1}{a'^2}\cdot\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha},\quad \frac{d^nA^{(0)}}{(da)^n}=-\frac{1}{(a')^{n+1}}\cdot\frac{d^nb_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^n},$$

$$\frac{dA^{(1)}}{da}=\frac{1}{a'^2}-\frac{1}{a'^2}\cdot\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{d\alpha},\quad \frac{d^nA^{(i)}}{(da)^n}=-\frac{1}{(a')^{n+1}}\cdot\frac{d^nb_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^n};$$

слѣд. получимъ

$$2a\frac{dA^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}=-\frac{1}{a'}\left(2\alpha\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha}+\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$4a\frac{dA^{(0)}}{da}+14a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=-\frac{1}{a'}\left(4\alpha\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha}+14\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}+8\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^3}+\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^4}\right),$$

$$24a\frac{dA^{(0)}}{da}+36a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+12a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=-\frac{1}{a'}\left(24\alpha\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha}+36\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}+12\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^3}+\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^4}\right),$$

$$4a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=-\frac{1}{a'}\left(4\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^3}+\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^4}\right),$$

$$2A^{(0)}-2a\frac{dA^{(1)}}{da}-a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{1}{a'}\left(2b_{\frac{1}{2}}^{(1)}-2\alpha\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{d\alpha}-\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$-4A^{(1)}+4a\frac{dA^{(1)}}{da}+22a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+10a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}=\frac{1}{a'}\left(4b_{\frac{1}{2}}^{(1)}-4\alpha\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{d\alpha}-22\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}\right.$$

$$\left.-10\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^3}-\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^4}\right),$$

$$4a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+6a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}=-\frac{1}{a'}\left(4\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}+6\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^3}+\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^4}\right),$$

$$12A^{(2)}-12a\frac{dA^{(2)}}{da}+6a^2\frac{d^2A^{(2)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(2)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(2)}}{(da)^4}=-\frac{1}{a'}\left(12b_{\frac{1}{2}}^{(2)}-12\alpha\frac{db_{\frac{1}{4}}^{(2)}}{d\alpha}+6\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^2}\right.$$

$$\left.+8\alpha^3\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^3}+\alpha^4\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^4}\right).$$

Также въ отдѣленіи I (стр. 15) найдено:

$$b_{\frac{3}{2}}^{(0)}=\frac{1}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)},\ \ b_{\frac{3}{2}}^{(1)}=-\frac{3}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},\ \ b_{\frac{3}{2}}^{(2)}=-\frac{6(1+\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}-\frac{3\alpha}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)},$$

предположеніе же

$$\frac{a}{a'^2}-aa'(a'^2+a^2-2aa'\cos\beta)^{-\frac{3}{2}}=\frac{a}{a'^2}-\frac{a}{a'^2}(1+\alpha^2-2\alpha\cos\beta)^{-\frac{3}{2}}=\tfrac{1}{2}B^{(1)}+B^{(1)}\cos\beta+B^{(2)}\cos2\beta+\ldots$$

гдѣ (Отд. I, стр. 13)

$$(1+\alpha^2-2\alpha\cos\beta)^{-\frac{3}{2}}=\tfrac{1}{2}b_{\frac{3}{2}}^{(0)}+b_{\frac{3}{2}}^{(1)}\cos\beta+b_{\frac{3}{2}}^{(2)}\cos2\beta\ldots.$$

даетъ

$$B^{(0)}=\frac{\alpha}{a'}(2-b_{\frac{3}{2}}^{(0)}),\ \ B^{(1)}=-\frac{\alpha}{a'}b_{\frac{3}{2}}^{(1)},\ \ B^{(2)}=-\frac{\alpha}{a'}b_{\frac{3}{2}}^{(2)};$$

отсюда:

$$\frac{dB^{(0)}}{da}=-\frac{1}{a'^2}\left(-2+b_{\frac{3}{2}}^{(0)}+\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{d\alpha}\right),\ \ \frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}=-\frac{1}{a'^3}\left(2\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{d\alpha}+\alpha\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$\frac{dB^{(1)}}{da}=-\frac{1}{a'^2}\left(b_{\frac{3}{2}}^{(1)}+\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{d\alpha}\right),\ \ \frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{1}{a'^3}\left(2\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{d\alpha}+\alpha\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$\frac{dB^{(2)}}{da}=-\frac{1}{a'^2}\left(b_{\frac{3}{2}}^{(2)}+\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{d\alpha}\right),\ \ \frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}=-\frac{1}{a'^3}\left(2\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{d\alpha}+\alpha\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

и потомъ

$$2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}=\frac{\alpha}{a'}\left(8-4b_{\frac{3}{2}}^{(0)}-4\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{d\alpha}-\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}\right)$$

$$2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{\alpha}{a'}\left(2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}+4\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{d\alpha}+\alpha^2\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{\alpha^3}{a'}\cdot\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2},$$

$$6B^{(1)} + 6a\frac{dB^{(1)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2} = -\frac{\alpha}{a'}\left(12b_{\frac{3}{2}}^{(1)} + 8\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{d\alpha} + \alpha^2\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}\right),$$

$$-2B^{(2)} + 2a\frac{dB^{(2)}}{da} + a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2} = -\frac{\alpha}{a'}\left(4\alpha\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{d\alpha} + \alpha^2\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^2}\right).$$

Наконецъ нетрудно найти, что

$$C^{(0)} = \frac{\alpha^2}{a'}b_{\frac{5}{2}}^{(0)}, \quad C^{(2)} = \frac{\alpha^2}{a'}b_{\frac{5}{2}}^{(2)},$$

гдѣ

$$b_{\frac{5}{2}}^{(0)} = \frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{6\alpha}{(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$b_{\frac{5}{2}}^{(2)} = \frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{\alpha(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}.$$

(16). Теперь опредѣляемъ:

$$\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{d\alpha} = \frac{\alpha}{1-\alpha^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{1}{1-\alpha^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = -\frac{\alpha}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{3}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2} = \frac{2\alpha^2}{(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{1-3\alpha^2}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = \frac{2}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{3}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^3} = \frac{1+\alpha^2+6\alpha^4}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{2-5\alpha^2+11\alpha^4}{\alpha^2(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = -\frac{3(1-2\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{3(2-\alpha^2)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^4} = \frac{3(3-5\alpha^2+8\alpha^4)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{6(3-5\alpha^2-\alpha^4)}{\alpha^3(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)};$$

$$\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{d\alpha} = \frac{1}{1-\alpha^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{1}{\alpha(1-\alpha^2)}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = -\frac{1}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{3}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{1}{4}}^{(1)}}{(d\alpha)^2} = -\frac{1-3\alpha^2}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{2-4\alpha^2}{\alpha^2(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = \frac{3}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{6}{\alpha^2(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^3} = \frac{3-7\alpha^2+12\alpha^4}{\alpha^2(1-\alpha)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{6-17\alpha^2+19\alpha^4}{\alpha^3(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} = -\frac{3(3-4\alpha^2)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} - \frac{3(6-5\alpha^2)}{\alpha^3(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^4} = -\frac{12-44\alpha^2+44\alpha^4-60\alpha^6}{\alpha^3(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{24-91\alpha^2+126\alpha^4-107\alpha^6}{\alpha^4(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$= \frac{6(6-13\alpha^2+10\alpha^4)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{3(24-43\alpha^2+13\alpha^4)}{\alpha^4(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)};$$

$$b_{\frac{1}{2}}^{(2)} = \frac{2(1+\alpha^2)}{3\alpha}b_{\frac{1}{2}}^{(1)} - \frac{1}{3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)} = \frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} + \frac{2(1-\alpha^2+\alpha^4)}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{db_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{d\alpha}=\frac{2+\alpha^2}{3\alpha(2-\alpha^2)}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{4-3\alpha^2+2\alpha^4}{3\alpha^2(1-\alpha^2)}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=-\frac{2-\alpha^2}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{4+\alpha^2-2\alpha^4}{\alpha^2(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^2}=-\frac{2-4\alpha^2}{\alpha^2(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{4-7\alpha^2+\alpha^4}{\alpha^3(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{6}{\alpha^2(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{3(4+\alpha^2)}{\alpha^3(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^3b_{\frac{1}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^3}=\frac{8-21\alpha^2+21\alpha^4}{\alpha^3(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{16-44\alpha^2+39\alpha^4-3\alpha^6}{\alpha^4(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=-\frac{24-27\alpha^2}{\alpha^3(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{48-36\alpha^2-9\alpha^4}{\alpha^4(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^4b_{\frac{1}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^4}=-\frac{40-145\alpha^2+186\alpha^4-129\alpha^6}{\alpha^4(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{80-300\alpha^2+412\alpha^4-252\alpha^6+12\alpha^8}{\alpha^5(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$$

$$=\frac{3(40-85\alpha^2+51\alpha^4)}{\alpha^4(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{6(40-70\alpha^2+21\alpha^4+6\alpha^6}{\alpha^5(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)};$$

$$b_{\frac{3}{2}}^{(0)}=\frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{2\alpha}{(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{1}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)},$$

$$\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{d\alpha}=\frac{5\alpha+3\alpha^3}{(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{2+7\alpha^2}{(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{3\alpha}{(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{3}{(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(0)}}{(d\alpha)^2}=\frac{4+32\alpha^2+12\alpha^4}{(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{1-18\alpha^2-31\alpha^4}{\alpha(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{6(1+2\alpha^2)}{(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{3(1-7\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)};$$

$$b_{\frac{3}{2}}^{(1)}=\frac{2\alpha}{(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{1+\alpha^2}{(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=-\frac{3}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{d\alpha}=\frac{1+7\alpha^2}{(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{1-7\alpha^2-2\alpha^4}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{3}{(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{3(1-2\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(1)}}{(d\alpha)^2}=\frac{1+14\alpha^2+33\alpha^4}{\alpha(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{2-6\alpha^2+46\alpha^4+6\alpha^6}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=-\frac{3(1-7\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{6(1-\alpha^2+3\alpha^4)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)};$$

$$b_{\frac{3}{2}}^{(2)}=\frac{1+\alpha^2}{(1-a^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{2(1-\alpha^2+\alpha^4)}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=-\frac{3}{(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{6(1+\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{db_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{da}=-\frac{2-9\alpha^2-\alpha^4}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{4-11\alpha^2+\alpha^4-2\alpha^6}{\alpha^2(1-\alpha^2)^3}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}=\frac{3(2-\alpha^2)}{\alpha(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}+\frac{3(4-3\alpha^2-2\alpha^4)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^3}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$\frac{d^2b_{\frac{3}{2}}^{(2)}}{(d\alpha)^2}=\frac{6-18\alpha^2+58\alpha^4+2\alpha^6}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{12-45\alpha^2+74\alpha^4+3\alpha^6+4\alpha^8}{\alpha^3(1-\alpha^2)^4}b_{\frac{1}{2}}^{(1)}$$

$$=-\frac{6(3-7\alpha^2+\alpha^4)}{\alpha^2(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{3(12-21\alpha^2+11\alpha^4+4\alpha^6}{\alpha^3(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}.$$

Отсюда:

$$\frac{1}{2}A^{(0)}=-\frac{1+\alpha^2}{2a'(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}-\frac{6\alpha}{2a'(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$2a\frac{dA^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}=\frac{3\alpha}{a'(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)},$$

$$4a\frac{dA^{(0)}}{da}+12a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=-\frac{18\alpha^3}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}-\frac{9(\alpha^2+\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$24a\frac{dA^{(0)}}{da}+36a^2\frac{d^2A^{(0)}}{(da)^2}+12a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=\frac{18\alpha-6\alpha^3+6\alpha^5}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}-\frac{3\alpha^2}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$4a^3\frac{d^3A^{(0)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(0)}}{(da)^4}=\frac{3(\alpha^2+7\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{6(\alpha-\alpha^3+3\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$2A^{(1)}-2a\frac{dA^{(1)}}{da}-a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{3\alpha}{a'(1-\alpha^2)^2}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}-\frac{6(1+\alpha^2)}{a'(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$-4A^{(1)}+4a\frac{dA^{(1)}}{da}+22a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+10a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}=-\frac{6(4\alpha^3-\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{3(9\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$4a^2\frac{d^2A^{(1)}}{(da)^2}+6a^3\frac{d^3A^{(1)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(1)}}{(da)^4}=\frac{6(\alpha-4\alpha^3)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{3(4-7\alpha^2+9\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$12A^{(2)}-12a\frac{dA^{(2)}}{da}+6a^2\frac{d^2A^{(2)}}{(da)^2}+8a^3\frac{d^3A^{(2)}}{(da)^3}+a^4\frac{d^4A^{(2)}}{(da)^4}=-\frac{9(\alpha^2+\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{6(5\alpha-7\alpha^3+5\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}};$$

$$2B^{(0)}+2a\frac{dB^{(0)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(0)}}{(da)^2}=\frac{8\alpha}{a'}-\frac{2(2\alpha+5\alpha^3+2\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{9(\alpha^2+\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$B^{(1)}=\frac{3\alpha}{a'(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{9(\alpha^2+\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{18\alpha^3}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$2B^{(1)}-2a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=\frac{3(\alpha^2-7\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{6(\alpha-\alpha^3+3\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$6B^{(1)}+6a\frac{dB^{(1)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(1)}}{(da)^2}=-\frac{3(7\alpha^2-\alpha^4)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{6(3\alpha-\alpha^3+\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}},$$

$$-2B^{(2)}+2a\frac{dB^{(2)}}{da}+a^2\frac{d^2B^{(2)}}{(da)^2}=-\frac{6(\alpha+\alpha^3+\alpha^5)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}-\frac{3(4-7\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{a'(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}.$$

И такъ, опустивъ члены четвертаго порядка относительно наклоненій и эксцентрицитетовъ, получимъ:

$$\frac{dh}{dt}=\frac{3m'n\alpha^2}{4(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}l-\frac{3m'n\alpha}{2(1-\alpha^2)^2}\left[(1+\alpha^2)b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{\alpha}{2}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}\right].l'$$

$$+(1)\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}.l\left[(l'^2+h'^2)-(q'-q)^2-(p'-p)^2\right]+(2)\frac{3m'n\alpha^2(1-\alpha^2+3\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}l(l^2+h^2)$$

$$+(3)\frac{3m'n\alpha^3(1+7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}l(l^2+h^2)-(4)\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}l[(l'^2+h'^2)-(q'-q)^2-(p'-p)^2]$$

$$-(5)\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2+9\alpha^4)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2l(ll'+hh')+l'(l^2+h^2)]-(6)\frac{3m'n\alpha^2(1-4\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[2l(ll'+hh')+l'(l^2+h^2)]$$

$$-(7)\frac{3m'n\alpha^3(9-7\alpha^2+4\alpha^4)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}l'(l'^2+h'^2)+(8)\frac{3m'n\alpha^4(4-\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}l'(l'^2+h'^2)$$

$$+(9)\frac{3m'n\alpha^2(5-7\alpha^2+5\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[l(l'^2-h'^2)+2l'h'h]-\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{32(1-\alpha^3)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[l(l'^2-h'^2)+2l'h'h]$$

$$+(10)\frac{m'n\alpha^2}{2}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]-(11)\frac{m'n\alpha^2(2+5\alpha^2+2\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]$$

$$+(12)\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]$$

$$+(13)\frac{3m'n\alpha^2(3-\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[l((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h(p'-p)(q'-q)]$$

$$-(14)\frac{3m'n\alpha^3(7-\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[l((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h(p'-p)(q'-q)]$$

$$-(15)\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[l'((q'-q)^2+(p'-p)^2)+2h'(qp'-q'p)]$$

$$-(16)\frac{3m'n\alpha^2(1+\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[l'((q'-q)^2+(p'-p)^2)+2h'(qp'-q'p)]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}l(l^2+h^2)+\frac{3m'n\alpha}{4(1-\alpha^2)}\Big[(1+a^2)b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{\alpha}{2}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}\Big]l'(l^2+h^2),$$

и

$$\frac{dl}{dt}=-\frac{3m'n\alpha^2}{4(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}.h+\frac{3m'n\alpha}{2(1-\alpha^2)}\Big[(1+\alpha^2)b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{\alpha}{2}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}\Big]h'$$

$$-(1)\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}h[l'^2+h'^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]-(2)\frac{3m'n\alpha^2(1-a^2+3\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}h(l^2+h^2)$$

$$-(3)\frac{3m'n\alpha^3(1+7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}h(l^2+h^2)+(4)\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}h[l'^2+h'^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]$$

$$+(5)\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2+9a^4)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2h(ll'+hh')+h'(l^2+h^2)]+(6)\frac{3m'n\alpha^2(1-4\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[2h(ll'+hh')+h'(l^2+h^2)]$$

$$+(7)\frac{3m'n\alpha^3(9-7\alpha^2+4\alpha^4)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}h'(l'^2+h'^2)-(8)\frac{3m'n\alpha^4(4-\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}h'(l'^2+h'^2)$$

$$-(9)\frac{3m'n\alpha^2(5-7\alpha^2+5\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[h(h'^2-l'^2)+2h'l'l]+\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{32(1-a^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[h(h'^2-l'^2)+2h'l'l]$$

$$-(10)\frac{m'n\alpha^2}{2}[h'(q'-q)^2-l'(p'(q'-q)-q(p'-p))]$$

$$+(11)\frac{m'n\alpha^2(2+5\alpha^2+2\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[h'(q'-q)^2-l'(p'(q'-q)-q(p'-p))]$$

$$-(12)\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[h'(q'-q)^2-l'(p'(q'-q)-q(p'-p))]$$

$$-(13)\frac{3m'n\alpha^2(3-\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2l(p'-p)(q'-q)-h((q'-q)^2-(p'-p)^2)]$$

$$+(14)\frac{3m'n\alpha^3(7-\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[2l(p'-p)(q'-q)-h((q'-q)^2-(p'-p)^2)]$$

$$+(15)\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}\left[h'((q'-q)^2+(p'-p)^2)-2l'(qp'-q'p)\right]$$

$$+(16)\frac{3m'n\alpha^2(1+\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}\left[h'((q'-q)^2+(p'-p)^2)-2l'(qp'-q'p)\right]$$

$$+\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}h(l^2+h^2)-\frac{3m'n\alpha}{4(1-\alpha^2)^4}\left[(1+\alpha^2)b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}+\frac{\alpha}{2}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}\right]h'(l^2+h^2).$$

Потомъ

$$\frac{dp}{dt}=\frac{3m'n\alpha^2}{4(1-\alpha)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}.(q'-q)+\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2(qq'+p'p)(q'-q)-q'((q'-q)^2+(p'-p)^2)-3q(q'^2-q^2)-3p(q'p'-qp)]$$

$$+\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[h'^2+l'^2+h^2+l^2](q'-q)-\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}(h'^2+l'^2+h^2+l^2)(q'-q)$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(1-\alpha^2+3\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(l'^2-h'^2)(q'-q)+2l'h'(p'-p)]-\frac{3m'n\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(l'^2-h'^2)(q'-q)+2l'h'(p'-p)]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(3-\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(l^2-h^2)(q'-q)+2lh(p'-p)]+\frac{3m'n\alpha^3(7-\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(l^2-h^2)(q'-q)+2lh(p'-p)]$$

$$+\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(ll'+hh')(q'-q)-(h'l-hl')p']$$

$$+\frac{3m'n\alpha^2(1+\alpha^2+\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(ll'+hh')(q'-q)-(h'l-hl')p']$$

$$+\frac{3m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(q'-q)^3+(q'-q)(p'-p)^2-p'(p'q-q'p)]$$

$$-\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(q'-q)^3+(q'-q)(p'-p)^2-p'(p'q-q'p)]$$

$$+\frac{3m'n\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(q'-q)^3+(q'-q)(p'-p)^2+2p'(p'q-q'p)]$$

$$+\frac{3m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(q'-q)^3+(q'-q)(p'-p)^2+2p'(p'q-q'p)]$$

$$-\frac{m'n\alpha^2}{2}[2hh'(q'-q)+(h'l+hl')p-2l'hp']+\frac{m'n\alpha^2(2+5\alpha^2+2\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}[2hh'(q'-q)+(h'l+l'h)p-2l'hp']$$

$$-\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2hh'(q'-q)+(h'l+l'h)p-2l'hp']+\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^2}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}(q'-q)[l^2+h^2+3p^2+3q^2],$$

и

$$\frac{dq}{dt}=-\frac{3m'n\alpha^2}{4(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}(p'-p)-\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[2(p'-p)(q'q+p'p)-p'((q'-q)^2+(p'-p)^2)-3p(p'^2-p^2)-3q(q'p'-qp)]$$

$$-\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}(h'^2+l'^2+h^2+l^2)(p'-p)+\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}(h'^2+l'^2+h^2+l^2)(p'-p)$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(1-\alpha^2+3\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(l'^2-h'^2)(p'-p)-2l'h'(q'-q)]-\frac{3m'n\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(l'^2-h'^2)(p'-p)-2l'h'(q'-q)]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(3-\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}[(l^2-h^2)(p'-p)-2lh(q'-q)]+\frac{3m'n\alpha^3(7-\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}[(l^2-h^2)(p'-p)-2lh(q'-q)]$$

$$-\frac{3m'n\alpha(4-7\alpha^2-7\alpha^4+4\alpha^6)}{16(4-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}[(ll'+hh')(p'-p)+(h'l-l'h)q']$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(1+\alpha^2+\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}[(ll'+hh')(p'-p)+(lh'-l'h)q']$$

$$+\frac{9m'n\alpha^4}{8(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2+q'(p'q-pq')]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2+q'(p'q-pq')]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2-2q'(p'q-pq')]$$

$$-\frac{3m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2-2q'(p'q-pq')]$$

$$+\frac{m'n\alpha^2}{2}[2ll'(p'-p)+(h'l+hl')q-2lh'q']-\frac{m'n\alpha^2(2+5\alpha^2+2\alpha^4)}{8(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(0}[2ll'(p'-p)+(h'l+hl')q-2lh'q']$$

$$+\frac{9m'n\alpha^3(1+\alpha^2)}{16(1-\alpha^2)^4}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}[2ll'(p'-p)+(h'l+hl')q-2lh'q']-\frac{3m'n\alpha^2}{8(1-\alpha^2)^2}b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}(p'-p)[l^2+h^2+3p^2+3q^2].$$

(17). Приступаемъ къ вычисленіямъ:

Меркурій и Венера.

$(m,m')=2'',910271(0,4639335)$	$(m',m)=0'',285177(\bar{1},4551150)$
$[m,m']=1'',870072(0,2718584)$	$[m',m]=0'',183248(\bar{1},2630399)$
$(m,m')_1=-2'',455155(0,3900791)$	$(m',m)_1=-0'',240580(\bar{1},3812606)$
$(m,m')_2=-1'',371145(0,1370833)$	$(m',m)_2=-0'',134358(\bar{1},1282649)$
$(m,m')_3=9'',568926(0,9808632)$	$(m',m)_3=0'',937658(\bar{1},9720447)$
$(m,m')_4=12'',289898(1,0895484)$	$(m',m)_4=1'',204286(0,0807299)$
$(m,m')_5=-3'',648834(0,5621542)$	$(m',m)_5=-0'',357549(\bar{1},5533357)$
$(m,m')_6=-0',866350(\bar{1},9376936)$	$(m',m)_6=-0'',084893(\bar{2},9288751)$
$(m,m')_7=-2'',799759(0,4471207)$	$(m',m)_7=-0'',274348(\bar{1},4383022)$
$(m,m')_8=6'',328966(0,8013327)$	$(m',m)_8=0'',620175(\bar{1},7925142)$
$(m,m')_9=-4'',865408(0,6871193)$	$(m',m)_9=-0'',476751(\bar{1},6783008)$
$(m,m')_{10}=1'',917528(0,2827415)$	$(m',m)_{10}=0'',187898(\bar{1},2739230)$
$(m,m')_{11}=14'',265952(1,1543009)$	$(m',m)_{11}=1'',397920(0,1454824)$
$(m,m')_{12}=-2'',950797(0,4699393)$	$(m',m)_{12}=-0'',289148(\bar{1},4611208)$
$(m,m')_{13}=-3'',994286(0,6014391)$	$(m',m)_{13}=-0'',391399(\bar{1},5926206)$

$(m,m')_{14} = 10'',690024(1,0289787)$	$(m',m)_{14} = 1'',047515(0,0201602)$
$(m,m')_{15} = -2'',022395(0,3058659)$	$(m',m)_{15} = -0'',198174(\bar{1},2970474)$
$(m,m')_{16} = 8'',143072(0,9107883)$	$(m',m)_{16} = 0'',797939(\bar{1},9019698)$

Меркурій и Земля.

$(m,m'') = 0'',884164(\bar{1},9465327)$	$(m'',m) = 0'',065888(\bar{2},8188094)$
$[m,m''] = 0'',419413(\bar{1},6226419)$	$[m'',m] = 0'',031254(\bar{2},4949187)$
$(m,m'')_1 = -0'',274961(\bar{1},4392715)$	$(m'',m)_1 = -0'',020490(\bar{2},3115483)$
$(m,m'')_2 = -0'',280601(\bar{1},4480894)$	$(m'',m)_2 = -0'',020910(\bar{2},3203662)$
$(m,m'')_3 = 0'',662981(\bar{1},8215011)$	$(m'',m)_3 = 0'',049405(\bar{2},6937779)$
$(m,m'')_4 = 2'',232374(0,3487672)$	$(m'',m)_4 = 0'',166358(\bar{1},2210440,$
$(m,m'')_5 = -1'',245578(0,0953708)$	$(m'',m)_5 = -0'',092821(\bar{2},9676476)$
$(m,m'')_6 = 0'',669754(\bar{1},8259152)$	$(m'',m)_6 = 0'',049910(\bar{2},6981920)$
$(m,m'')_7 = -0'',475963(\bar{1},6775734)$	$(m'',m)_7 = -0'',035469(\bar{2},5498502)$
$(m,m'')_8 = 0'',964509(\bar{1},9843062)$	$(m'',m)_8 = 0'',071876(\bar{2},8565830)$
$(m,m'')_9 = -1'',242685(0,0943614)$	$(m'',m)_9 = -0'',092605(\bar{2},9666382)$
$(m,m'')_{10} = 1'',121993(0,0499904)$	$(m'',m)_{10} = 0'',083611(\bar{2},9222672)$
$(m,m'')_{11} = 3'',114154(0,4933401)$	$(m'',m)_{11} = 0'',232069(\bar{1},3656169)$
$(m,m'')_{12} = -0'',408375(\bar{1},6110596)$	$(m'',m)_{12} = -0'',030432(\bar{2},4833364)$
$(m,m'')_{13} = -0'',875823(\bar{1},9437531)$	$(m'',m)_{13} = -0'',065468(\bar{2},8160299)$
$(m,m'')_{14} = 2'',216552(0,3456769)$	$(m'',m)_{14} = 0'',165178(\bar{1},2179537)$
$(m,m'')_{15} = -1'',108981(0,0449242)$	$(m'',m)_{15} = -0'',082641(\bar{2},9172010)$
$(m,m'')_{16} = 1'',959852(0,2922234)$	$(m'',m)_{16} = 0'',146049(\bar{1},1645002)$

Меркурій и Марсъ.

$(m,m''') = 0'',027981(\bar{2},4468676)$	$(m''',m) = 0'',012602(\bar{2},1004466)$
$[m,m'''] = 0'',008813(\bar{3},9451412)$	$[m''',m] = 0'',003969(\bar{3},5987202)$
$(m,m''')_1 = -0'',002708(\bar{3},4328082)$	$(m''',m)_1 = -0'',001220(\bar{3},0863872)$
$(m,m''')_2 = -0'',007577(\bar{3},8795461)$	$(m''',m)_2 = -0'',003413(\bar{3},5331251)$
$(m,m''')_3 = 0'',011890(\bar{2},0751929)$	$(m''',m)_3 = 0'',005355(\bar{3},7287719)$
$(m,m''')_4 = 0'',052312(\bar{2},7186003)$	$(m''',m)_4 = 0'',023560(\bar{2},3721793)$
$(m,m''')_5 = -0'',056412(\bar{2},7513781)$	$(m''',m)_5 = -0'',025407(\bar{2},4049571)$
$(m,m''')_6 = 0'',047829(\bar{2},6796940)$	$(m''',m)_6 = 0'',021541(\bar{2},3332730)$

$(m,m''')_7 = -0'',008697(\bar{3},9393752)$

$(m,m''')_8 = 0'',016377(\bar{2},2142355)$

$(m,m''')_9 = -0'',036524(\bar{2},5625839)$

$(m,m''')_{10} = 0'',064780(\bar{2},8114457)$

$(m,m''')_{11} = 0'',100196(\bar{1},0008502)$

$(m,m''')_{12} = -0'',006484(\bar{3},8119690)$

$(m,m''')_{13} = -0'',023432(\bar{2},3698192)$

$(m,m''')_{14} = 0'',056801(\bar{2},7543609)$

$(m,m''')_{15} = -0'',055381(\bar{2},7433627)$

$(m,m''')_{16} = 0'',068904(\bar{2},8382499)$

$(m''',m)_7 = -0'',003917(\bar{3},5929542)$

$(m''',m)_8 = 0'',007375(\bar{3},8678145)$

$(m''',m)_9 = -0'',016449(\bar{2},2161629)$

$(m''',m)_{10} = 0'',029176(\bar{2},4650247)$

$(m''',m)_{11} = 0'',045126(\bar{2},6544292)$

$(m''',m)_{12} = -0'',002921(\bar{3},4655480)$

$(m''',m)_{13} = -0'',010553(\bar{2},0233082)$

$(m''',m)_{14} = 0'',025582(\bar{2},4079399)$

$(m''',m)_{15} = -0'',024942(\bar{2},3969417)$

$(m''',m)_{16} = 0'',031033(\bar{2},4918289)$

Меркурій и Юпитеръ.

$(m,m^{IV}) = 1'',599599(0,2040113)$

$[m,m^{IV}] = 0'',148687(\bar{1},1722746)$

$(m,m^{IV})_1 = -0'',013430(\bar{2},1280935)$

$(m,m^{IV})_2 = -0'',402163(\bar{1},6044024)$

$(m,m^{IV})_3 = 0'',420905(\bar{1},6241847)$

$(m,m^{IV})_4 = 2'',444685(0,3882229)$

$(m,m^{IV})_5 = -10'',765171(1,0320210)$

$(m,m^{IV})_6 = 10'',651119(1,0273953)$

$(m,m^{IV})_7 = -0'',134803(\bar{1},1297017)$

$(m,m^{IV})_8 = 0'',240850(\bar{1},3817477)$

$(m,m^{IV})_9 = -2'',006213(0,3023770)$

$(m,m^{IV})_{10} = 14'',184516(1,1518146)$

$(m,m^{IV})_{11} = 14'',724498(1,1680405)$

$(m,m^{IV})_{12} = -0'',090756(\bar{2},9578752)$

$(m,m^{IV})_{13} = -1'',210866(0,0830965)$

$(m,m^{IV})_{14} = 2'',834183(0,4524282)$

$(m,m^{IV})_{15} = -10'',763820(1,0319665)$

$(m,m^{IV})_{16} = 10'',952922(1,0395302)$

$(m^{IV},m) = 0,000153(\bar{4},1838717)$

$[m^{IV},m] = 0'',000014(\bar{5},1521350)$

$(m^{IV},m)_1 = -0'',000001(\bar{6},1079539)$

$(m^{IV},m)_2 = -0'',000038(\bar{5},5842628)$

$(m^{IV},m)_3 = 0'',000040(\bar{5},6040451)$

$(m^{IV},m)_4 = 0'',000233(\bar{4},3680833)$

$(m^{IV},m)_5 = -0'',001027(\bar{3},0118814)$

$(m^{IV},m)_6 = 0'',001016(\bar{3},0072557)$

$(m^{IV},m)_7 = -0'',000013(\bar{5},1095621)$

$(m^{IV},m)_8 = 0'',000023(\bar{5},3616081)$

$(m^{IV},m)_9 = -0'',000191(\bar{4},2822374)$

$(m^{IV},m)_{10} = 0'',001354(\bar{3},1316750)$

$(m^{IV},m)_{11} = 0'',001406(\bar{3},1479009)$

$(m^{IV},m)_{12} = -0'',000009(\bar{6},9377356)$

$(m^{IV},m)_{13} = -0'',000115(\bar{4},0629569)$

$(m^{IV},m)_{14} = 0'',000270(\bar{4},4322884)$

$(m^{IV},m)_{15} = -0'',001027(\bar{3},0118269)$

$(m^{IV},m)_{16} = 0'',001045(\bar{3},0193906)$

Меркурій и Сатурнъ.

$(m,m^V)=0'',077035(\bar{2},8866905)$

$[m,m^V]=0'',003907(\bar{3},5919186)$

$(m,m^V)_1=-0'',000101(\bar{4},2808647)$

$(m,m^V)_2=-0'',019290(\bar{2},2853497)$

$(m,m^V)_3=0'',019557(\bar{2},2913076)$

$(m,m^V)_4=0'',019557(\bar{2},2913076)$

$(m,m^V)_5=-0'',949545(\bar{1},9775157)$

$(m,m^V)_6=0'',946595(\bar{1},9761642)$

$(m,m^V)_7=-0'',003916(\bar{3},5928574)$

$(m,m^V)_8=0'',006274(\bar{3},7975670)$

$(m,m^V)_9=-0'',096389(\bar{2},9840309)$

$(m,m^V)_{10}=1'',261627(0,1009312)$

$(m,m^V)_{11}=1'',275729(0,1057585)$

$(m,m^V)_{12}=-0'',002356(\bar{3},3722236)$

$(m,m^V)_{13}=-0'',057935(\bar{2},7629454)$

$(m,m^V)_{14}=0'',135309(\bar{1},1313261)$

$(m,m^V)_{15}=-0'',949534(\bar{1},9775108)$

$(m,m^V)_{16}=0'',954444(\bar{1},9797504)$

$(m^V,m)=0'',000018(\bar{5},2592865)$

$[m^V,m]=0'',000009(\bar{6},9645146)$

$(m^V,m)_1=-0'',000000(\bar{8},6534607)$

$(m^V,m)_2=-0'',000004(\bar{6},6579457)$

$(m^V,m)_3=0'',000005(\bar{6},6639030)$

$(m^V,m)_4=0'',000027(\bar{5},4377919)$

$(m^V,m)_5=-0'',000224(\bar{4},3501117)$

$(m^V,m)_6=0'',000223(\bar{4},3487602)$

$(m^V,m)_7=-0'',000000(\bar{7},9654534)$

$(m^V,m)_8=0'',000001(\bar{6},1701630)$

$(m^V,m)_9=-0'',000023(\bar{5},3566269)$

$(m^V,m)_{10}=0'',000297(\bar{4},4735272)$

$(m^V,m)_{11}=0'',000301(\bar{4},4783545)$

$(m^V,m)_{12}=-0'',000000(\bar{7},7448196)$

$(m^V,m)_{13}=-0'',000014(\bar{5},1355414)$

$(m^V,m)_{14}=0'',000032(\bar{5},5039221)$

$(m^V,m)_{15}=-0'',000224(\bar{4},3501068)$

$(m^V,m)_{16}=0'',000225(\bar{4},3523464)$

Меркурій и Уранъ.

$(m,m^{VI})=0'',001852(\bar{3},2677017)$

$[m,m^{VI}]=0'',000046(\bar{5},6665014)$

$(m,m^{VI})_1=-0'',000001(\bar{6},0539693)$

$(m,m^{VI})_2=-0'',000463(\bar{4},6655818)$

$(m,m^{VI})_3=0'',000465(\bar{4},6672978)$

$(m,m^{VI})_4=0'',002782(\bar{3},4443897)$

$(m,m^{VI})_5=-0'',045898(\bar{2},6617939)$

$(m,m^{VI})_6=0'',045864(\bar{2},6614724)$

$(m,m^{VI})_7=-0'',002084(\bar{3},3190705)$

$(m,m^{VI})_8=0'',000075(\bar{5},8740189)$

$(m,m^{VI})_9=-0'',002316(\bar{3},3647179)$

$(m^{VI},m)=0'',000002(\bar{6},1963255)$

$[m^{VI},m]=0'',000000(\bar{8},5951258)$

$(m^{VI},m)_1=-0'',000000(\overline{10},9825931)$

$(m^{VI},m)_2=-0'',000000(\bar{7},5944425)$

$(m^{VI},m)_3=0'',000000(\bar{7},5959216)$

$(m^{VI},m)_4=0'',000002(\bar{6},3730135)$

$(m^{VI},m)_5=-0'',000039(\bar{5},5904171)$

$(m^{VI},m)_6=0'',000039(\bar{5},5900962)$

$(m^{VI},m)_7=-0'',000002(\bar{6},2476943)$

$(m^{VI},m)_8=0'',000000(\bar{8},8026427)$

$(m^{VI},m)_9=-0'',000002(\bar{6},2933417)$

$(m,m^{VI})_{10} = 0'',061145(\bar{2},7863674)$

$(m,m^{VI})_{11} = 0'',061314(\bar{2},7875611)$

$(m,m^{VI})_{12} = -0'',000028(\bar{5},4482047)$

$(m,m^{VI})_{13} = -0'',001390(\bar{3},1430579)$

$(m,m^{VI})_{14} = 0'',003242(\bar{3},5108871)$

$(m,m^{VI})_{15} = -0'',045899(\bar{2},6618047)$

$(m,m^{VI})_{16} = 0'',045957(\bar{2},6623542)$

$(m^{VI},m)_{10} = 0'',000052(\bar{5},7149912)$

$(m^{VI},m)_{11} = 0'',000052(\bar{5},7161849)$

$(m^{VI},m)_{12} = -0'',000000(\bar{8},3768285)$

$(m^{VI},m)_{13} = -0'',000001(\bar{6},0716817)$

$(m^{VI},m)_{14} = 0'',000003(\bar{6},4395109)$

$(m^{VI},m)_{15} = -0'',000039(\bar{5},5904285)$

$(m^{VI},m)_{16} = 0'',000039(\bar{5},5909780)$

Венера и Земля.

$(m',m'') = 6'',803375(0,8327244)$

$[m',m''] = 5'',664681(0,7531755)$

$(m',m'')_1 = -23'',487459(1,3708360)$

$(m',m'')_2 = -9'',711709(0,9872957)$

$(m',m'')_3 = 42'',630759(1,6297230)$

$(m',m'')_4 = 83'',563777(1,9220180)$

$(m',m'')_5 = -14'',487667(1,1609964)$

$(m',m'')_6 = -27'',628382(1,4413554)$

$(m',m'')_7 = -17'',405984(1,2406986)$

$(m',m'')_8 = 45'',988963(1,6626537)$

$(m',m'')_9 = -10'',123973(1,0053510)$

$(m',m'')_{10} = 1'',533729(0,1857487)$

$(m',m'')_{11} = 87'',027400(1,9396560)$

$(m',m'')_{12} = -27'',730180(1,3932273)$

$(m',m'')_{13} = -20'',579124(1,3134269)$

$(m',m'')_{14} = 61'',700628(1,7902897)$

$(m',m'')_{15} = -5'',201756(0,7161500)$

$(m',m'')_{16} = 45'',429421(1,6573372)$

$(m'',m') = 5'',173924(0,7138200)$

$[m'',m'] = 4'',307954(0,6342711)$

$(m'',m')_1 = -17'',862062(1,2519316)$

$(m'',m')_2 = -7'',385693(0,8683913)$

$(m'',m')_3 = 32'',420415(1,5108186)$

$(m'',m')_4 = 63'',549714(1,8031136)$

$(m'',m')_5 = -11'',017725(1,0420920)$

$(m'',m')_6 = -21'',011210(1,3224510)$

$(m'',m')_7 = -13'',237139(1,1217942)$

$(m'',m')_8 = 34'',974324(1,5437493)$

$(m'',m')_9 = -7'',699217(0,8864466)$

$(m'',m')_{10} = 1'',166389(0,0668443)$

$(m'',m')_{11} = 66'',183791(1,8207516)$

$(m'',m')_{12} = -18'',807148(1,2743229)$

$(m'',m')_{13} = -15'',650293(1,1945225)$

$(m'',m')_{14} = 46'',922943(1,6713853)$

$(m'',m')_{15} = -3',955927(0,5972456)$

$(m'',m')_{16} = 34'',548787(1,5384328)$

Венера и Марсъ.

$(m',m''') = 0'',102035(\bar{1},0087468)$

$[m',m'''] = 0'',058710(\bar{2},7687122)$

$(m',m''')_1 = -0'',057480(\bar{2},7595224)$

$(m''',m') = 0'',468969(\bar{1},6711449)$

$[m''',m'] = 0'',269842(\bar{1},4311103)$

$(m''',m')_1 = -0'',264192(\bar{1},4219205)$

$(m',m''')_{2}=-0'',039406(\bar{2},5955698)$	$(m''',m')_{2}=-0'',181120(\bar{1},2579679)$
$(m',m''')_{3}=0'',119299(\bar{1},0766370)$	$(m''',m')_{3}=0'',548321(\bar{1},7390351)$
$(m',m''')_{4}=0'',340289(\bar{1},5318477)$	$(m''',m')_{4}=1'',564033(0,1942458)$
$(m',m''')_{5}=-0'',128927(\bar{1},1103456)$	$(m''',m')_{5}=-0'',592575(\bar{1},7727437)$
$(m',m''')_{6}=0'',019216(\bar{2},2836778)$	$(m''',m')_{6}=0'',088323(\bar{2},9460759)$
$(m',m''')_{7}=-0'',076944(\bar{2},8861753)$	$(m''',m')_{7}=-0'',353649(\bar{1},5485734)$
$(m',m''')_{8}=0'',165874(\bar{1},2197780)$	$(m''',m')_{8}=0'',762388(\bar{1},8821761)$
$(m',m''')_{9}=-0'',156031(\bar{1},1932114)$	$(m''',m')_{9}=-0'',717149(\bar{1},8556095)$
$(m',m''')_{10}=0'',088553(\bar{2},9472042)$	$(m''',m')_{10}=0'',407007(\bar{1},6096023)$
$(m',m''')_{11}=0'',419677(\bar{1},6229158)$	$(m''',m')_{11}=1'',928919(0,2853139)$
$(m',m''')_{12}=-0'',074181(\bar{2},8702961)$	$(m''',m')_{12}=-0'',340953(\bar{1},5326942)$
$(m',m''')_{13}=-0',120108(\bar{1},0795734)$	$(m''',m')_{13}=-0'',552041(\bar{1},7419715)$
$(m',m''')_{14}=0'',660507(\bar{1},8198774)$	$(m''',m')_{14}=3'',035816(0,4822765)$
$(m',m''')_{15}=-0'',094593(\bar{2},9758625)$	$(m''',m')_{15}=-0'',434771(\bar{1},6382606)$
$(m',m''')_{16}=0'',248842(\bar{1},3959233)$	$(m''',m')_{16}=1'',143724(0,0583214)$

Венера и Юпитеръ.

$(m',m^{IV})=4'',194346(0,6226643)$	$(m^{IV},m')=0'',004068(\bar{3},6113432)$
$[m',m^{IV}]=0'',727110(\bar{1},8616002)$	$[m^{IV},m']=0'',000708(\bar{4},8502791)$
$(m',m^{IV})_{1}=-0'',126447(\bar{1},1019095)$	$(m^{IV},m')_{1}=-0'',000123(\bar{4},0905884)$
$(m',m^{IV})_{2}=-1'',070474(0,0295762)$	$(m^{IV},m')_{2}=-0'',001042(\bar{3},0182551)$
$(m',m^{IV})_{3}=1'',246856(0,0958165)$	$(m^{IV},m')_{3}=0'',001214(\bar{3},0844954)$
$(m',m^{IV})_{4}=6'',716933(0,8271711)$	$(m^{IV},m')_{4}=0'',006544(\bar{3},8158500)$
$(m',m^{IV})_{5}=-15'',167687(1,1809194)$	$(m^{IV},m')_{5}=-0'',014777(\bar{2},1695983)$
$(m',m^{IV})_{6}=7'',288852(0,8626591)$	$(m^{IV},m')_{6}=0'',007101(\bar{3},8513380)$
$(m',m^{IV})_{7}=-0'',671993(\bar{1},8273647)$	$(m^{IV},m')_{7}=-0'',000655(\bar{4},8160436)$
$(m',m^{IV})_{8}=1'',215607(0,0847931)$	$(m^{IV},m')_{8}=0'',001184(\bar{3},0734720)$
$(m',m^{IV})_{9}=-5'',306148(0,7247796)$	$(m^{IV},m')_{9}=-0'',005169(\bar{3},7134583)$
$(m',m^{IV})_{10}=19'',389775(1,2875729)$	$(m^{IV},m')_{10}=0'',018890(\bar{2},2762518)$
$(m',m^{IV})_{11}=22'',091391(1,3442231)$	$(m^{IV},m')_{11}=0'',021523(\bar{2},3329020)$
$(m',m^{IV})_{12}=-0'',463546(\bar{1},6660927)$	$(m^{IV},m')_{12}=-0'',000425(\bar{4},6547716)$
$(m',m^{IV})_{13}=-3'',250314(0,5119252)$	$(m^{IV},m')_{13}=-0'',003166(\bar{3},5006041)$

$(m',m^{IV})_{14} = 7'',666607\,(0,8846032)$	$(m^{IV},m')_{14} = 0'',007469\,(\bar{3},8732821)$
$(m',m^{IV})_{15} = -15'',144152\,(1,1802450)$	$(m^{IV},m')_{15} = -0'',014750\,(\bar{2},1689239)$
$(m',m^{IV})_{16} = 16'',110459\,(1,2071079)$	$(m^{IV},m')_{16} = 0'',014754\,(\bar{2},1689239)$

Венера и Сатурнъ.

$(m',m^{V}) = 0'',198298\,(\bar{1},2973190)$	$(m^{V},m') = 0'',000477\,(\bar{4},6787335)$
$[m',m^{V}] = 0'',018781\,(\bar{2},2737066)$	$[m^{V},m'] = 0'',000045\,(\bar{5},6551211)$
$(m',m^{V})_1 = -0'',001730\,(\bar{3},2381026)$	$(m^{V},m')_1 = -0'',000004\,(\bar{6},6195171)$
$(m',m^{V})_2 = -0'',049866\,(\bar{2},6978063)$	$(m^{V},m')_2 = -0'',000120\,(\bar{4},0792214)$
$(m',m^{V})_3 = 0'',052280\,(\bar{2},7183429)$	$(m^{V},m')_3 = 0'',000126\,(\bar{4},0997574)$
$(m',m^{V})_4 = 0'',303281\,(\bar{1},4818460)$	$(m^{V},m')_4 = 0'',000730\,(\bar{4},8632605)$
$(m',m^{V})_5 = -1'',309457\,(0,1170915)$	$(m^{V},m')_5 = -0'',003151\,(\bar{3},4985060)$
$(m'',m^{V})_6 = 1'',295050\,(0,1122861)$	$(m^{V},m')_6 = 0'',003116\,(\bar{3},4937012)$
$(m',m^{V})_7 = -0'',017036\,(\bar{2},2313820)$	$(m^{V},m')_7 = -0'',000041\,(\bar{5},6127965)$
$(m',m^{V})_8 = 0'',030444\,(\bar{2},4835117)$	$(m^{V},m')_8 = 0'',000073\,(\bar{5},8649262)$
$(m',m^{V})_9 = -0'',248738\,(\bar{1},3957421)$	$(m^{V},m')_9 = -0'',000599\,(\bar{4},7771566)$
$(m',m^{V})_{10} = 1'',724604\,(0,2366895)$	$(m^{V},m')_{10} = 0'',004150\,(\bar{3},6181040)$
$(m',m^{V})_{11} = 1'',792852\,(0,2535446)$	$(m^{V},m')_{11} = 0'',004314\,(\bar{3},6349591)$
$(m',m^{V})_{12} = -0'',011474\,(\bar{2},0597210)$	$(m^{V},m')_{12} = -0'',000028\,(\bar{5},4411355)$
$(m',m^{V})_{13} = -0'',150162\,(\bar{1},1765609)$	$(m^{V},m')_{13} = -0'',000361\,(\bar{4},5579754)$
$(ш',m^{V})_{14} = 0'',351517\,(\bar{1},5459459)$	$(m^{V},m')_{14} = 0'',000754\,(\bar{4},8773604)$
$(m',m^{V})_{15} = -1'',309457\,(0,1170915)$	$(m^{V},m')_{15} = -0'',003151\,(\bar{3},4985060)$
$(m',m^{V})_{16} = 1'',333206\,(0,1248975)$	$(m^{V},m')_{16} = 0'',003208\,(\bar{3},5063120)$

Венера и Уранъ.

$(m',m^{VI}) = 0'',004740\,(\bar{3},6758122)$	$(m^{VI},m') = 0'',000041\,(\bar{5},6132546)$
$[m',m^{VI}] = 0'',000228\,(\bar{4},3580817)$	$[m^{VI},m'] = 0'',000002\,(\bar{6},2955241)$
$(m',m^{VI})_1 = -0'',000010\,(\bar{5},0059940)$	$(m^{VI},m')_1 = -0'',000000\,(\bar{8},9434364)$
$(m',m^{VI})_2 = -0'',001186\,(\bar{3},0743727)$	$(m^{VI},m')_2 = -0'',000010\,(\bar{5},0118151)$
$(m',m^{VI})_3 = 0'',001201\,(\bar{3},0795117)$	$(m^{VI},m')_3 = 0'',000010\,(\bar{5},0169541)$
$(m',m^{VI})_4 = 0'',007144\,(\bar{3},8539788)$	$(m^{VI},m')_4 = 0'',000062\,(\bar{5},7914212)$
$(m',m^{VI})_5 = -0'',062879\,(\bar{2},7985106)$	$(m^{VI},m')_5 = -0'',000544\,(\bar{4},7359530)$

$(m',m^{VI})_6 = 0'',062421\,(\bar{2},7953363)$

$(m',m^{VI})_7 = -0'',000201\,(\bar{4},3041478)$

$(m'',m^{VI})_8 = 0'',000358\,(\bar{4},5545736)$

$(m',m^{VI})_9 = -0'',005930\,(\bar{3},7730935)$

$(m',m^{VI})_{10} = 0'',083584\,(\bar{2},9221259)$

$(m',m^{VI})_{11} = 0'',084390\,(\bar{2},9262937)$

$(m',m^{VI})_{12} = -0'',000135\,(\bar{4},1291536)$

$(m',m^{VI})_{13} = -0'',003564\,(\bar{3},5519038)$

$(m',m^{VI})_{14} = 0'',008322\,(\bar{3},9202205)$

$(m',m^{VI})_{15} = -0'',062879\,(\bar{2},7985071)$

$(m',m^{VI})_{16} = 0'',063155\,(\bar{2},8004112)$

$(m^{VI},m')_6 = 0'',000540\,(\bar{4},7327787)$

$(m^{VI},m')_7 = -0'',000002\,(\bar{6},2415902)$

$(m^{VI},m')_8 = 0'',000003\,(\bar{6},4920160)$

$(m^{VI},m')_9 = -0'',000051\,(\bar{5},7105359)$

$(m^{VI},m')_{10} = 0'',000724\,(\bar{4},8595683)$

$(m^{VI},m')_{11} = 0'',000731\,(\bar{4},8637361)$

$(m^{VI},m')_{12} = -0'',000001\,(\bar{6},0665960)$

$(m^{VI},m')_{13} = -0'',000031\,(\bar{5},4893462)$

$(m^{VI},m')_{14} = 0'',000072\,(\bar{5},8576629)$

$(m^{VI},m')_{15} = -0'',000544\,(\bar{4},7359495)$

$(m^{VI},m_{,})_{16} = 0'',000547\,(\bar{4},7378536)$

Земля и Марсъ.

$(m'',m''') = 0'',298197\,(\bar{1},4745038)$

$[m'',m'''] = 0'',229303\,(\bar{1},3604182)$

$(m'',m''')_1 = -0'',594519\,(\bar{1},7741658)$

$(m'',m''')_2 = -0'',258995\,(\bar{1},4132915)$

$(m'',m''')_3 = 1'',088418\,(0,0367958)$

$(m'',m''')_4 = 2'',327056\,(0,3668069)$

$(m'',m''')_5 = -0'',465245\,(\bar{1},6676821)$

$(m'',m''')_6 = -0'',597217\,(\bar{1},7761325)$

$(m'',m''')_7 = -0'',507812\,(\bar{1},7057030)$

$(m'',m''')_8 = 1'',270019\,(0,1038100)$

$(m'',m''')_9 = -0'',670006\,(\bar{1},8260786)$

$(m'',m''')_{10} = 0'',104120\,(\bar{1},0175352)$

$(m'',m''')_{11} = 2'',491864\,(0,3965244)$

$(m'',m''')_{12} = -0'',648023\,(\bar{1},8115908)$

$(m'',m''')_{13} = -0'',633721\,(\bar{1},8018984)$

$(m'',m''')_{14} = 1'',780798\,(0,2506143)$

$(m'',m''')_{15} = -0'',001022\,(\bar{3},0095675)$

$(m'',m''')_{16} = 1'',335167\,(0,1255359)$

$(m''',m'') = 1'',802212\,(0,2558058)$

$[m''',m''] = 1'',385862\,(0,1417202)$

$(m''',m'')_1 = -3'',593087\,(0,5554678)$

$(m''',m'')_2 = -1'',565285\,(0,1945935)$

$(m''',m'')_3 = 6'',578059\,(0,8180978)$

$(m''',m'')_4 = 14'',064000\,(1,1481089)$

$(m''',m'')_5 = -2'',811800\,(0,4489841)$

$(m''',m'')_6 = -3'',609396\,(0,5574345)$

$(m''',m'')_7 = -3'',069057\,(0,4870050)$

$(m''',m'')_8 = 7'',675600\,(0,8851120)$

$(m''',m'')_9 = -4'',049305\,(0,6073806)$

$(m''',m'')_{10} = 0'',629270\,(\bar{1},7988374)$

$(m''',m'')_{11} = 15'',060050\,(1,1778264)$

$(m''',m'')_{12} = -3'',916452\,(0'',5928928)$

$(m''',m'')_{13} = -3'',830014\,(0,5832004)$

$(m''',m'')_{14} = 10'',762589\,(1,0319168)$

$(m''',m'')_{15} = -0'',006178\,(\bar{3},7908695)$

$(m''',m'')_{16} = 8'',0693376\,(0,9068379)$

*

Земля и Юпитеръ.

$(m'',m^{IV}) = 7'',053983\,(0,8484345)$	$(m^{IV},m'') = 0'',009036\,(\bar{3},9560178)$
$[m'',m^{IV}] = 1'',686882\,(0,2270848)$	$[m^{IV},m''] = 0'',002161\,(\bar{3},3346681)$
$(m'',m^{IV})_1 = -0'',421451\,(\bar{1},6247473)$	$(m^{IV},m'')_1 = -0'',000540\,(\bar{4},7323306)$
$(m'',m^{IV})_2 = -1'',838929\,(0,2645649)$	$(m^{IV},m'')_2 = -0'',002355\,(\bar{3},3721482)$
$(m'',m^{IV})_3 = 2'',426488\,(0,3849783)$	$(m^{IV},m'')_3 = 0'',003108\,(\bar{3},4925616)$
$(m'',m^{IV})_4 = 11'',994905\,(1,0789975)$	$(m^{IV},m'')_4 = 0'',015366\,(\bar{2},1865808)$
$(m'',m^{IV})_5 = -18'',566713\,(1,2687350)$	$(m^{IV},m'')_5 = -0'',023785\,(\bar{2},3763183)$
$(m'',m^{IV})_6 = 1'',709681\,(0,2329153)$	$(m^{IV},m'')_6 = 0'',002190\,(\bar{3},3404986)$
$(m'',m^{IV})_7 = -1'',598289\,(0,2036553)$	$(m^{IV},m'')_7 = -0'',002047\,(\bar{3},3112386)$
$(m'',m^{IV})_8 = 2'',937075\,(0,4679190)$	$(m^{IV},m'')_8 = 0'',003762\,(\bar{3},5754983)$
$(m'',m^{IV})_9 = -4'',514102\,(0,6545714)$	$(m^{IV},m'')_9 = -0'',005783\,(\bar{3},7621547)$
$(m'',m^{IV})_{10} = 22'',798390\,(1,3579041)$	$(m^{IV},m'')_{10} = 0'',029207\,(\bar{2},4654874)$
$(m'',m^{IV})_{11} = 29'',255233\,(1,4662036)$	$(m^{IV},m'')_{11} = 0'',037478\,(\bar{2},5737869)$
$(m'',m^{IV})_{12} = -1'',136865\,(0,0557091)$	$(m^{IV},m'')_{12} = -0'',001456\,(\bar{3},1632924)$
$(m'',m^{IV})_{13} = -5'',636508\,(0,7510101)$	$(m^{IV},m'')_{13} = -0'',007221\,(\bar{3},8585934)$
$(m'',m^{IV})_{14} = 13'',424298\,(1,1278916)$	$(m^{IV},m'')_{14} = 0'',017197\,(\bar{2},2354749)$
$(m'',m^{IV})_{15} = -18'',459704\,(1,2662248)$	$(m^{IV},m'')_{15} = -0'',023648\,(\bar{2},3738081)$
$(m'',m^{IV})_{16} = 20'',829743\,(1,3186839)$	$(m^{IV},m'')_{16} = 0'',026685\,(\bar{2},4262672)$

Земля и Сатурнъ.

$(m'',m^{V}) = 0'',325549\,(\bar{1},5126168)$	$(m^{V},m'') = 0'',001030\,(\bar{3},0129357)$
$[m'',m^{V}] = 0'',042607\,(\bar{2},6294821)$	$[m^{V},m''] = 0'',000135\,(\bar{4},1297010)$
$(m'',m^{V})_1 = -0'',054867\,(\bar{2},7393144)$	$(m^{V},m'')_1 = -0'',000174\,(\bar{4},2396333)$
$(m'',m^{V})_2 = -0'',082322\,(\bar{2},9155150)$	$(m^{V},m'')_2 = -0'',000260\,(\bar{4},4158339)$
$(m'',m^{V})_3 = 0'',090079\,(\bar{2},9546239)$	$(m^{V},m'')_3 = 0'',000285\,(\bar{4},4549428)$
$(m'',m^{V})_4 = 0'',506808\,(\bar{1},7048437)$	$(m^{V},m'')_4 = 0'',001603\,(\bar{3},2051624)$
$(m'',m^{V})_5 = -1'',557284\,(0,1923679)$	$(m^{V},m'')_5 = -0'',004928\,(\bar{3},6926868)$
$(m'',m^{V})_6 = 1'',523869\,(0,1829477)$	$(m^{V},m'')_6 = 0'',004822\,(\bar{3},6832666)$
$(m'',m^{V})_7 = -0'',038919\,(\bar{2},5901675)$	$(m^{V},m'')_7 = -0'',000123\,(\bar{4},0904864)$
$(m'',m^{V})_8 = 0'',069878\,(\bar{2},8443445)$	$(m^{V},m'')_8 = 0'',000221\,(\bar{4},3446634)$
$(m'',m^{V})_9 = -0'',409680\,(\bar{1},6124451)$	$(m^{V},m'')_9 = -0'',001296\,(\bar{3},1127640)$

$(m'',m^{V})_{10} = 2'',027779\,(0,3070207)$

$(ш'',m^{V})_{11} = 2'',163901\,(0,3392329)$

$(m'',m^{V})_{12} = -0'',023852\,(\bar{2},3775275)$

$(m'',m^{V})_{13} = -0'',248714\,(\bar{1},3957003)$

$(m'',m^{V})_{14} = 0'',583930\,(\bar{1},7663611)$

$(m'',m^{V})_{15} = -1'',556518\,(0,1921543)$

$(m'',m^{V})_{16} = 1'',611648\,(0,2072704)$

$(m^{V},m'')_{10} = 0'',006417\,(\bar{3},8073396)$

$(m^{V},m'')_{11} = 0'',006911\,(\bar{3},8395518)$

$(m^{V},m'')_{12} = -0'',000075\,(\bar{5},8778464)$

$(m^{V},m'')_{13} = -0'',000787\,(\bar{4},8960192)$

$(m^{V},m'')_{14} = 0'',001847\,(\bar{3},2666800)$

$(m^{V},m'')_{15} = -0'',004925\,(\bar{3},6924732)$

$(m^{V},m'')_{16} = 0'',005100\,(\bar{3},7075893)$

Земля и Уранъ.

$(m'',m^{VI}) = 0'',007724\,(\bar{3},8878534)$

$[m'',m^{VI}] = 0'',000503\,(\bar{4},7017952)$

$(m'',m^{VI})_{1} = -0'',000032\,(\bar{5},5004868)$

$(m'',m^{VI})_{2} = -0'',001936\,(\bar{3},2869816)$

$(m'',m^{VI})_{3} = 0'',001980\,(\bar{3},2967725)$

$(m'',m^{VI})_{4} = 0'',011693\,(\bar{2},0679286)$

$(m'',m^{VI})_{5} = -0'',074136\,(\bar{2},8700301)$

$(m'',m^{VI})_{6} = 0'',073755\,(\bar{2},8677939)$

$(m'',m^{VI})_{7} = -0'',000454\,(\bar{4},6575424)$

$(m'',m^{VI})_{8} = 0'',000810\,(\bar{4},9084835)$

$(m'',m^{VI})_{9} = -0'',009671\,(\bar{3},9854757)$

$(m'',m^{VI})_{10} = 0'',098278\,(\bar{2},9924569)$

$(m'',m^{VI})_{11} = 0'',100097\,(\bar{1},0004225)$

$(m'',m^{VI})_{12} = -0'',000304\,(\bar{4},4835456)$

$(m'',m^{VI})_{13} = -0'',005819\,(\bar{3},7648854)$

$(m'',m^{VI})_{14} = 0'',013599\,(\bar{2},1335286)$

$(m'',m^{VI})_{15} = -0'',074134\,(\bar{2},8700219)$

$(m'',m^{VI})_{16} = 0'',074769\,(\bar{2},8737210)$

$(m^{VI},m'') = 0'',000088\,(\bar{5},9442001)$

$[m^{VI},m''] = 0'',000006\,(\bar{6},7581419)$

$(m^{VI},m'')_{1} = -0'',000000\,(\bar{7},5568335)$

$(m^{VI},m'')_{2} = -0'',000022\,(\bar{5},3433283)$

$(m^{VI},m'')_{3} = 0'',000022\,(\bar{5},3531192)$

$(m^{VI},m'')_{4} = 0'',000133\,(\bar{4},1242753)$

$(m^{VI},m'')_{5} = -0'',000844\,(\bar{4},9263768)$

$(m^{VI},m'')_{6} = 0'',000839\,(\bar{4},9241406)$

$(m^{VI},m'')_{7} = -0'',000005\,(\bar{6},7138891)$

$(m^{VI},m'')_{8} = 0'',000009\,(\bar{6},9648302)$

$(m^{VI},m'')_{9} = -0'',000110\,(\bar{4},0418224)$

$(m^{VI},m'')_{10} = 0'',001118\,(\bar{3},0488036)$

$(m^{VI},m'')_{11} = 0'',001139\,(\bar{3},0567692)$

$(m^{VI},m'')_{12} = -0'',000003\,(\bar{6},5398923)$

$(m^{VI},m'')_{13} = -0'',000066\,(\bar{5},8212321)$

$(m^{VI},m'')_{14} = 0'',000155\,(\bar{4},1898753)$

$(m^{VI},m'')_{15} = -0'',000844\,(\bar{4},9263686)$

$(m^{VI},m'')_{16} = 0'',000851\,(\bar{4},9300677)$

Марсъ и Юпитеръ.

$(m''',m^{IV}) = 14'',630410\,(1,1652565)$

$[m''',m^{IV}] = 5'',296811\,(0,7240145)$

$(m''',m^{IV})_{1} = -2'',251927\,(0,3525543)$

$(m^{IV},m''') = 0'',003101\,(\bar{3},4915378)$

$[m^{IV},m'''] = 0'',001122\,(\bar{3},0502958)$

$(m^{IV},m''')_{1} = -0'',000477\,(\bar{4},6788356)$

$(m''',m^{IV})_2 = -4'',097301\,(0,6124974)$

$(m''',m^{IV})_3 = 7'',232686\,(0,8592996)$

$(m''',m^{IV})_4 = 29'',442007\,(1,4689674)$

$(m''',m^{IV})_5 = -25'',894090\,(1,4132006)$

$(m''',m^{IV})_6 = 20'',275414\,(1,3069698)$

$(m''',m^{IV})_7 = -5'',401221\,(0,7324920)$

$(m''',m^{IV})_8 = 10'',361345\,(1,0154162)$

$(m''',m^{IV})_9 = -19'',413980\,(1,2881147)$

$(m''',m^{IV})_{10} = 28'',141819\,(1,4493522)$

$(m''',m^{IV})_{11} = 50'',278080\,(1,7013787)$

$(m''',m^{IV})_{12} = -4'',174465\,(0,6206009)$

$(m''',m^{IV})_{13} = -19'',350926\,(1,2867010)$

$(m''',m^{IV})_{14} = 31'',248093\,(1,4948235)$

$(m''',m^{IV})_{15} = -25'',033617\,(1,3985236)$

$(m''',m^{IV})_{16} = 33'',737900\,(1,5281181)$

$(m^{IV},m''')_2 = -0'',000868\,(\bar{4},9387792)$

$(m^{IV},m''')_3 = 0'',001533\,(\bar{3},1855815)$

$(m^{IV},m''')_4 = 0'',006241\,(\bar{3},7952487)$

$(m^{IV},m''')_5 = -0'',005489\,(\bar{3},7394819)$

$(m^{IV},m''')_6 = 0'',004298\,(\bar{3},6332511)$

$(m^{IV},m''')_7 = -0'',001145\,(\bar{3},0587739)$

$(m^{IV},m''')_8 = 0'',002196\,(\bar{3},3416975)$

$(m^{IV},m''')_9 = -0'',004115\,(\bar{3},6143966)$

$(m^{IV},m''')_{10} = 0'',005965\,(\bar{3},7756335)$

$(m^{IV},m''')_{11} = 0'',010657\,(\bar{2},0276606)$

$(m^{IV},m''')_{12} = -0'',000885\,(\bar{4},9468822)$

$(m^{IV},m''')_{13} = -0'',004101\,(\bar{3},6129823)$

$(m^{IV},m''')_{14} = 0'',006623\,(\bar{3},8211048)$

$(m^{IV},m''')_{15} = -0'',005306\,(\bar{3},7248049)$

$(m^{IV},m''')_{16} = 0'',007151\,(\bar{3},8543994)$

Марсъ и Сатурнъ.

$(m''',m^{V}) = 0'',629533\,(\bar{1},7990188)$

$[m''',m^{V}] = 0'',125294\,(\bar{1},0979308)$

$(m''',m^{V})_1 = -0'',025372\,(\bar{2},4043616)$

$(m''',m^{V})_2 = -0'',161827\,(\bar{1},2090531)$

$(m''',m^{V})_3 = 0'',197215\,(\bar{1},2949401)$

$(m''',m^{V})_4 = 1'',029578\,(0,0126590)$

$(m''',m^{V})_5 = -1'',985475\,(0,2978645)$

$(m''',m^{V})_6 = 1'',881232\,(0,2744425)$

$(m''',m^{V})_7 = -0'',116800\,(\bar{1},0674447)$

$(m''',m^{V})_8 = 0'',212460\,(\bar{1},3272780)$

$(m''',m^{V})_9 = -0'',799601\,(\bar{1},9028735)$

$(m''',m^{V})_{10} = 2'',503046\,(0,3984688)$

$(m''',m^{V})_{11} = 2'',973409\,(0,4732546)$

$(m''',m^{V})_{12} = -0'',081446\,(\bar{2},9108726)$

$(m''',m^{V})_{13} = -0'',493077\,(\bar{1},6929153)$

$(m^{V},m''') = 0'',000330\,(\bar{4},5180358)$

$[m^{V},m'''] = 0'',000066\,(\bar{5},8169478)$

$(m^{V},m''')_1 = -0'',000013\,(\bar{5},1233786)$

$(m^{V},m''')_2 = -0'',000085\,(\bar{5},9280701)$

$(m^{V},m''')_3 = 0'',000103\,(\bar{4},0139571)$

$(m^{V},m''')_4 = 0'',000539\,(\bar{4},7316764)$

$(m^{V},m''')_5 = -0'',001039\,(\bar{3},0168815)$

$(m^{V},m''')_6 = 0'',000985\,(\bar{4},9934595)$

$(m^{V},m''')_7 = -0'',000061\,(\bar{5},7864617)$

$(m^{V},m''')_8 = 0'',000111\,(\bar{4},0462955)$

$(m^{V},m''')_9 = -0'',000419\,(\bar{4},6218905)$

$(m^{V},m''')_{10} = 0'',001310\,(\bar{3},1174858)$

$(m^{V},m''')_{11} = 0'',001556\,(\bar{3},1922716)$

$(m^{V},m''')_{12} = -0'',000043\,(\bar{5},6298896)$

$(m^{V},m''')_{13} = -0'',000258\,(\bar{4},4119323)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{V})_{14}=1'',167020(0,0670784)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{\prime\prime\prime})_{14}=0'',000611(\bar{4},7860954)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{V})_{15}=-1'',980107(0,2966887)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{\prime\prime\prime})_{15}=-0'',001036(\bar{3},0157057)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{V})_{16}=2'',149873(0,3324129)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{\prime\prime\prime})_{16}=0'',001125(\bar{3},0514299)$

Марсъ и Уранъ.

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})=0'',014626(\bar{2},1651374)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})=0'',000028(\bar{5},4401822)$

$[m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI}]=0'',001451(\bar{3},1616650)$ $\qquad [m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime}]=0'',000003(\bar{6},4367098)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{1}=-0'',000140(\bar{4},1466992)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{1}=-0'',000000(\bar{7},4217440)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{2}=-0'',003680(\bar{3},5658782)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{2}=-0'',000007(\bar{6},8409230)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{3}=0'',003876(\bar{3},5883708)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{3}=0'',000007(\bar{6},8634156)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{4}=0'',022412(\bar{2},3504851)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{4}=0'',000042(\bar{5},6255299)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{5}=-0'',092224(\bar{2},9648471)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{5}=-0'',000174(\bar{4},2398919)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{6}=0'',091105(\bar{2},9595454)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{6}=0'',000172(\bar{4},2345902)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{7}=-0'',001317(\bar{3},1196453)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{7}=-0'',000002(\bar{6},3946901)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{8}=0'',002355(\bar{3},3719936)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{8}=0'',000004(\bar{6},6470384)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}ш^{VI})_{9}=-0'',018353(\bar{2},2637092)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{9}=-0'',000034(\bar{5},5387540)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{10}=0'',121312(\bar{1},0839050)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{10}=0'',000228(\bar{4},3589498)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{11}=0'',126589(\bar{1},1023980)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{11}=0'',000238(\bar{4},3774428)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{12}=-0'',888002(\bar{1},9484140)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{12}=-0'',001672(\bar{3},2234588)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{13}=-0'',011086(\bar{2},0447876)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{13}=-0'',000021(\bar{5},3198324)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{14}=0'',025960(\bar{2},2143091)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{14}=0'',000031(\bar{5},4893539)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{15}=-0'',092207(\bar{2},9647659)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{15}=-0'',000174(\bar{4},2398107)$

$(m_{,}^{\prime\prime\prime}m^{VI})_{16}=0'',094057(\bar{2},9733945)$ $\qquad (m_{,}^{VI}m^{\prime\prime\prime})_{16}=0'',000177(\bar{4},2484393)$

Юпитеръ и Сатурнъ.

$(m_{,}^{IV}m^{V})=7'',374475(0,8677311)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})=18'',216571(1,2604667)$

$[m_{,}^{IV}m^{V}]=4'',821087(0,6831450)$ $\qquad [m_{,}^{V}m^{IV}]=11'',909144(1,0758806)$

$(m_{o}^{IV}m^{V})_{1}=-6'',668167(0,8240064)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})_{1}=-16'',471803(1,2167421)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{2}=-3'',616230(0,5582560)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})_{2}=-8'',932882(0,9509916)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{3}=12'',889503(1,1101839)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})_{3}=31'',836072(1,5029195)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{4}=32'',549260(1,5125412)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})_{4}=80'',403837(1,9052768)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{5}=-9'',294420(0,9682223)$ $\qquad (m_{,}^{V}m^{IV})_{5}=-22'',979258(1,3609579)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{6} = -29'',126620(1,4642901)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{7} = -7'',408185(0,8697118)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{8} = 16'',886915(1,2275504)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{9} = -12'',552200(1,0987198)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{10} = 4'',627492(0,6653457)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{11} = 37'',453734(1,5734951)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{12} = -7'',931250(0,8993417)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{13} = -10'',426402(1,0181345)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{14} = 28'',023412(1,4475210)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{15} = -4'',805708(0,6817574)$

$(m_{,}^{IV}m^{V})_{16} = 21'',248883(1,3273362)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{6} = -71'',949149(1,8570257)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{7} = -18'',299842(1,2624474)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{8} = 41'',714400(1,6202860)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{9} = -31'',006685(1,4914554)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{10} = 11'',430921(1,0580813)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{11} = 92'',519000(1,9662307)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{12} = -19'',591481(1,2920773)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{13} = -25'',755500(1,4108701)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{14} = 69'',224000(1,8402566)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{15} = -11'',871154(1,0744930)$

$(m_{,}^{V}m^{IV})_{16} = 52'',489423(1,7200718)$

Юпитеръ и Уранъ.

$(m_{,}^{IV}m^{VI}) = 0'',105321(\bar{1},0225172)$

$[m_{,}^{IV}m^{VI}] = 0'',035371(\bar{2},5486510)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{1} = -0'',013540(\bar{2},1316286)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{2} = -0'',028919(\bar{2},4611850)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{3} = 0'',047777(\bar{2},6792183)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{4} = 0'',203144(\bar{1},3078035)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{5} = -0'',199852(\bar{1},3007097)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{6} = 0'',082063(\bar{2},9141507)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{7} = -0'',035390(\bar{2},5488851)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{8} = 0'',067170(\bar{2},8271803)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{9} = -0'',138422(\bar{1},1412051)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{10} = 0'',224275(\bar{1},3507812)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{11} = 0'',368777(\bar{1},5667646)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{12} = -0'',026797(\bar{2},4280993)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{13} = -0'',089942(\bar{2},9539660)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{14} = 0'',218440(\bar{1},3393327)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{15} = -0'',195044(\bar{1},2901335)$

$(m_{,}^{IV}m^{VI})_{16} = 0'',250922(\bar{1},3995394)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV}) = 0'',936010(\bar{1},9712806)$

$[m_{,}^{VI}m^{IV}] = 0'',314350(\bar{1},4974144)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{1} = -0'',120335(\bar{1},0803920)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{2} = -0'',257009(\bar{1},4099484)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{3} = 0'',424601(\bar{1},6279817)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{4} = 1'',805372(0,2565669)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{5} = -1'',776123(0,2494731)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{6} = 0'',729313(\bar{1},8629141)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{7} = -0'',314520(\bar{1},4976485)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{8} = 0'',596958(\bar{1},7759437)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{9} = -1'',230179(0,0899685)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{10} = 1'',993171(0,2995446)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{11} = 3'',277389(0,5155280)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{12} = -0'',238156(\bar{1},3768621)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{13} = -0'',799336(\bar{1},9027294)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{14} = 1'',941315(0,2880961)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{15} = -1'',733392(0,2388969)$

$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{16} = 2'',229989(0,3483028)$

Сатурнъ и Уранъ.

$(m^{V},m^{VI})=0'',386869(\bar{1},5875639)$	$(m^{VI},m^{V})=1'',391847(0,1435917)$
$[m^{V},m^{VI}]=0'',232399(\bar{1},3662336)$	$[m^{VI},m^{V}]=0'',836106(\bar{1},9222614)$
$(m^{V},m^{VI})_1=-0'',253249(\bar{1},4035483)$	$(m^{VI},m^{V})_1=-0'',911111(\bar{1},9595761)$
$(m^{V},m^{VI})_2=-0'',159799(\bar{1},2035748)$	$(m^{VI},m^{V})_2=-0'',574913(\bar{1},7596026)$
$(m^{V},m^{VI})_3=0'',511797(\bar{1},7090977)$	$(m^{VI},m^{V})_3=1'',841303(0,2651255)$
$(m^{V},m^{VI})_4=1'',402507(0,1469051)$	$(m^{VI},m^{V})_4=5'',045833(0,7029329)$
$(m^{V},m^{VI})_5=-0'',483911(\bar{1},6847654)$	$(m^{VI},m^{V})_5=-1'',740977(0,2407932)$
$(m^{V},m^{VI})_6=0'',008231(\bar{3},9154604)$	$(m^{VI},m^{V})_6=0'',029613(\bar{2},4714882)$
$(m^{V},m^{VI})_7=-0'',318885(\bar{1},5036341)$	$(m^{VI},m^{V})_7=-1'',147260(0,0596619)$
$(m^{V},m^{VI})_8=0'',699449(\bar{1},8447563)$	$(m^{VI},m^{V})_8=2'',516425(0,4007841)$
$(m^{V},m^{VI})_9=-0'',610210(\bar{1},7854798)$	$(m^{VI},m^{V})_9=-2'',195369(0,3415076)$
$(m^{V},m^{VI})_{10}=0'',303575(\bar{1},4822661)$	$(m^{VI},m^{V})_{10}=1'',092179(0,0382939)$
$(m^{V},m^{VI})_{11}=1'',687754(0'',2273092)$	$(m^{VI},m^{V})_{11}=6'',072073(0,7833370)$
$(m^{V},m^{VI})_{12}=-0'',317609(\bar{1},5018128)$	$(m^{VI},m^{V})_{12}=-1'',142669(0,0579206)$
$(m^{V},m^{VI})_{13}=-0'',480319(\bar{1},6815299)$	$(m^{VI},m^{V})_{13}=-1'',728055(0,2375577)$
$(m^{V},m^{VI})_{14}=1'',265531(0,1022729)$	$(m^{VI},m^{V})_{14}=4'',553031(0,6583007)$
$(m^{V},m^{VI})_{15}=-0'',326382(\bar{1},5137268)$	$(m^{VI},m^{V})_{15}=-1'',1742338(0,0697546)$
$(m^{V},m^{VI})_{16}=0'',986239(\bar{1},9939823)$	$(m^{VI},m^{V})_{16}=3'',548216(0,5500101)$

(18). Теперь можно уже вычислить члены, составляющіе выраженія $\frac{dh}{dt}$, $\frac{dh'}{dt}$, и пр. именно:

Меркурій и Венера:

$$(m,m')\,l=0'',161576,\qquad [m,m']\,l'=-0'',008026,$$

$$(m,m')_1[l'^2+h'^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]=0'',000786(\bar{4},8953210),$$

$$(m,m')_4[l'^2+h'^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]=-0'',003934(\bar{3},5947903),$$

$$(m,m')_2\,l^2(l^2+h^2)=-0'',003218(\bar{3},5076301),\quad (m,m')_3\,l(l^2+h^2)=0'',022460(\bar{2},3514100),$$

$$(m,m')_5[2l(ll'+hh')+l'(l^2+h^2)]=0'',000328(\bar{4},5163967)$$

$$(m,m')_6[2l(ll'+hh')+l'(l^2+h^2)]=0'',000078(\bar{5},8919361)$$

$$(m,m')_7\,l'(l'^2+h'^2)=0'',000006(\bar{6},7518800),\quad (m,m')_8\,l'(l'^2+h'^2)=-0'',000018(\bar{5},1060920)$$

$$(m,m')_9[l(l'^2-h'^2)+2l'h'h]=0'',000044(\bar{5},6460921),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')_4[l(l'^2-h'^2)+2l'h'h]=0'',000056(\bar{5},7474912)$$

$$(m,m')_{10}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]=-0'',000065(\bar{5},8142204),$$

$$(m,m')_{11}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]=-0'',000371\,(\bar{4},5692724),$$

$$(m,m')_{12}[l'(p'-p)^2-h'(q'(p'-p)-p(q'-q))]=0'',000077\,(\bar{5},8849126),$$

$$(m,m')_{13}[l((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h(p'-p)(q'-q)]=-0'',004306\,(\bar{3},6340579),$$

$$(m,m')_{14}[l((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h(p'-p)(q'-q)]=0'',011523\,(\bar{2},0615975),$$

$$(m,m')_{15}[l'((q'-q)^2+(p'-p)^2)+2h'(qp'-q'p)]=-0'',000026\,(\bar{5},4198092),$$

$$(m,m')_{16}[l'((q'-p)^2+(p'-p)^2)+2h'(qp'-q'p)]=0'',000106\,(\bar{4},0247316),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')\,l(l^2+h^2)=0'',003415\,(\bar{3},5334503),\quad \tfrac{1}{2}[m,m']\,l'(l^2+h^2)=-0'',000170\,(\bar{4},2295940).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',169602$,

« « третьяго порядка $=0'',004409$.

Меркурій и Земля.

$$(m,m'')\,l=0'',046088,\qquad [m,m'']\,l''=-0'',001163,$$

$$(m,m'')_1\,l[l''^2+h''^2-(q''-q)^2-(p''-p)^2]=0'',000226\,(\bar{4},3540052),$$

$$(m,m'')_4\,l[l''^2+h''^2-(q''-q)^2-(p''^2-p)^2]=-0'',003934\,(\bar{3},5947903),$$

$$(m,m'')_2\,l(l^2+h^2)=-0'',000659\,(\bar{4},8186362),\quad (m,m'')_3\,l(l^2+h^2)=0'',001556\,(\bar{3},1920479),$$

$$(m,m'')_5[2l(ll''+hh'')+l''(l^2+h^2)]=-0'',000286\,(\bar{4},4570986),$$

$$(m,m'')_6[2l(ll''+hh'')+l''(l^2+h^2)]=0'',000154\,(\bar{4},1876430),$$

$$(m,m'')_7\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000000\,(\bar{7},5709005),$$

$$(m,m'')_8\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000000\,(\bar{7},8776333),$$

$$(m,m'')_9[l(l''^2-h''^2)+2l''h''h]=0'',000041\,(\bar{5},6128753),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')_4[l(l''^2-h''^2)+2l''h''h]=-0'',000037\,(\bar{5},5662511)$$

$$(m,m'')_{10}[l''(p''-p)^2-h''(q''(p''-p)-p(q''-q))]=-0'',000165\,(\bar{4},2173077),$$

$$(m,m'')_{11}[l''(p''-p)^2-h''(q''(p''-p)-p(q''-q))]=-0'',000458\,(\bar{4},6606574)$$

$$(m,m'')_{12}[l''(p''-p)^2-h''(q''(p''-p)-p(q''-q))]=0'',000060\,(\bar{5},7783768)$$

$$(m,m'')_{13}[l((q''-q)^2-(p''-p)^2)+2h(p''-p)(q''-q)]=-0'',002646\,(\bar{3},4226081),$$

$$(m,m'')_{14}[l((q''-q)^2-(p''-p)^2)+2h(p''-p)(q''-q)]=0'',006676\,(\bar{3},8245319),$$

$$(m,m'')_{15}[l''((q''-q)^2+(p''-p)^2)+2h''(qp''-q''p)]=-0'',000046\,(\bar{5},6664899),$$

$$(m,m'')_{16}[l''((q''-q)^2+(p''-p)^2)+2h''(qp''-q''p)]=0'',000082\,(\bar{5},3907941)$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')\,l(l^2+h^2)=0'',001038\,(\bar{3},0160495),\quad \tfrac{1}{2}[m,m'']\,l''(l^2+h^2)=-0'',000024\,(\bar{5},3907941).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',047251$,

« « « третьяго порядка $=-0'',004800$.

Меркурій и Марсъ.

$$(m,m''')\,l = 0'',001553, \qquad [m,m''']\,l''' = 0'',000728,$$

$$(m,m''')_1\, l\,[l'''^2 + h'''^2 - (q'''-q)^2 - (p'''-p)^2] = -\,0'',000000\,(\bar{8},8692159),$$

$$(m,m''')_4\, l\,[l'''^2 + h'''^2 - (q'''-q)^2 - (p'''-p)^2] = 0'',000001\,(\bar{6},1585246),$$

$$(m,m''')_2\, l(l^2 + h^2) = -\,0'',000018\,(\bar{5},2500929), \quad (m,m''')_3\, l(l^2+h^2) = 0'',000028\,(\bar{5},4457397),$$

$$(m,m''')_5\,[2l(ll''' + hh''') + l'''(l^2+h^2)] = -\,0'',000279\,(\bar{4},4460535),$$

$$(m,m''')_6\,[2l(ll''' + hh''') + l'''(l^2+h^2)] = 0'',000237\,(\bar{4},3743694),$$

$$(m,m''')_7\, l'''(l'''^2 + h'''^2) = -\,0'',000006\,(\bar{6},7952470),$$

$$(m,m''')_8\, l'''(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000017\,(\bar{5},0701073),$$

$$(m,m''')_9\,[l(l'''^2 - h'''^2) + 2l'''h'''h] = 0'',000062\,(\bar{5},7899563),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m''')_4\,[l(l'''^2 - h'''^2) + 2l'''h'''h] = 0'',000044\,(\bar{5},6449427)$$

$$(m,m''')_{10}\,[l'''(p'''-p)^2 - h'''(q'''(p'''-p) - p(q'''-q))] = 0'',000010\,(\bar{5},0101028),$$

$$(m,m''')_{11}\,[l''(p'''-p)^2 - h'''(q'''(p'''-p) - p(q'''-q))] = 0'',000016\,(\bar{5},1995073),$$

$$(m,m''')_{12}\,[l'''(p'''-p)^2 - h'''(q'''(p'''-p) - p(q'''-q))] = -\,0'',000001\,(\bar{6},0106261),$$

$$(m,m''')_{13}\,[l((q'''-p)^2 - (p'''-p)^2) + 2h(p'''-p)(q'''-q)] = -\,0'',000038\,(\bar{5},5790660),$$

$$(m,m''')_{14}\,[l((q'''-q)^2 - (p'''-p)^2) + 2h(p'''-p)(q'''-q)] = 0'',000092\,(\bar{5},9636077),$$

$$(m,m''')_{15}\,[l'''((q'''-q)^2 + (p'''-p)^2) + 2h'''(qp'''-q'''p)] = -\,0'',000039\,(\bar{5},5878399),$$

$$(m,m'')_{16}\,[l'''((q'''-q)^2 + (p'''-p)^2) + 2h'''(qp'''-q'''p)] = 0'',000048\,(\bar{5},6827271),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')\,l(l^2+h^2) = 0'',000033\,(\bar{5},5163844), \quad \tfrac{1}{2}[m,m''']\,l'''[l^2+h^2) = 0'',000015\,(5,1871674).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000825$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',000072$.

Меркурій и Юпитеръ.

$$(m,m^{IV})\,l = 0'',088808, \qquad [m,m^{IV}]\,l^{IV} = 0'',007026,$$

$$(m,m^{IV})_1\, l\,[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2] = 0'',000009\,(\bar{6},9468770),$$

$$(m,m^{IV})_4\, l\,[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2] = -\,0'',001611\,(\bar{3},2070064),$$

$$(m,m^{IV})_2\, l\,(l^2+h^2) = -\,0'',000944\,(\bar{4},9749492), \quad (m,m^{IV})_3\, l(l^2+h^2) = 0'',000988\,(\bar{4},9947315),$$

$$(m,m^{IV})_5\,[2l(ll^{IV} + hh^{IV}) + l^{IV}(l^2+h^2)] = -\,0'',033587\,(\bar{2},5261756),$$

$$(m,m^{IV})_6\,[2l(ll^{IV} + hh^{IV}) + h^{IV}(l^2+h^2)] = 0'',033231\,(\bar{2},2515499),$$

$$(m,m^{IV})_7\, l^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = -\,0'',000015\,(\bar{5},1694658),$$

*

$$(m,m^{IV})_8\, l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000026\,(\bar{5},4215118),$$

$$(m,m^{IV})_9\,[l(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h] = -\,0'',000588\,(\bar{4},7692446),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})_4\,[l(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h] = 0'',000358\,(\bar{4},5540605),$$

$$(m,m^{IV})_{10}\,[l^{IV}(p^{IV}-p)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p)-p(q^{IV}-q))] = 0'',001815\,(\bar{3},2590246),$$

$$(m,m^{IV})_{11}\,[l^{IV}(p^{IV}-p)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p)-p(q^{IV}-q))] = 0'',001885\,(\bar{3},2752505),$$

$$(m,m^{IV})_{12}\,[l^{IV}(p^{IV}-p)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p)-p(q^{IV}-q))] = -\,0'',000012\,(\bar{5},0650852),$$

$$(m,m^{IV})_{13}\,[l((q^{IV}-q)^2-(p^{IV}-p)^2)+2h(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)] = -\,0'',003030\,(\bar{3},4813838),$$

$$(m,m^{IV})_{14}\,[l((q^{IV}-q)^2-(p^{IV}-p)^2)+2h(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)] = 0'',007091\,(\bar{3},8507153),$$

$$(m,m^{IV})_{15}\,[l^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)+2h^{IV}(qp^{IV}-q^{IV}p)] = -\,0'',006630\,(\bar{3},8215472),$$

$$(m,m^{IV})_{16}\,[l^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)+2h^{IV}(qp^{IV}-q^{IV}p)] = 0'',006747\,(\bar{3},8291109),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})\,l(l^2+h^2) = 0'',001877\,(\bar{3},2735281),\quad \tfrac{1}{2}[m,m^{IV}]\,l^{IV}(l^2+h^2) = 0'',000148\,(\bar{4},1718122).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',081782$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',010934$.

Меркурій и Сатурнъ.

$$(m,m^V)\,l = 0'',004277,\qquad (m,m^V)\,l^V = 0'',000003,$$

$$(m,m^V)_1\,l[l^{V2}+h^{V2}-(q^V-q)^2-(p^V-p)^2] = 0'',000000\,(\bar{7},0018407),$$

$$(m,m^V)_4\,l[l^{V2}+h^{V2}-(q^V-q)^2-(p^V-p)^2] = -\,0'',000010\,(\bar{5},0122377),$$

$$(m,m^V)_2\,l(l^2+h^2) = -\,0'',000045\,(\bar{5},6558965),\quad (m,m^V)_3\,l(l^2+h^2) = 0'',000046\,(\bar{5},6618544),$$

$$(m,m^V)_5\,[2l(ll^V+hh^V)+l^V(l^2+h^2)] = -\,0'',001210\,(\bar{3},0830259),$$

$$(m,m^V)_6\,[2l(ll^V+hh^V)+l^V(l^2+h^2)] = 0'',001206\,(\bar{3},0816744),$$

$$(m,m^V)_7\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = -\,0'',000000\,(\bar{8},0178553),$$

$$(m,m^V)_8\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{8},2225649),$$

$$(m,m^V)_9\,[l(l^{V2}-h^{V2})+2l^Vh^Vh] = 0'',000015\,(\bar{5},1771555),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^V)_4\,[l(l^{V2}-h^{V2})+2l^Vh^Vh] = -\,0'',000001\,(\bar{6},1834022),$$

$$(m,m^V)_{10}\,[l^V(p^V-p)^2-h^V(q^V(p^V-p)-p(q^V-q))] = -\,0'',000688\,(\bar{4},8378056),$$

$$(m,m^V)_{11}\,[l^V(p^V-p)^2-h^V(q^V(p^V-p)-p(q^V-q))] = -\,0'',000696\,(\bar{4},8426329),$$

$$(m,m^V)_{12}\,[l^V(p^V-p)^2-h^V(q^V(p^V-p)-p(q^V-q))] = -\,0'',000012\,(\bar{5},0650852),$$

$$(m,m^V)_{13}\,[l((q^V-q)^2-(p^V-p)^2)+2h(p^V-p)(q^V-q)] = -\,0'',000132\,(\bar{4},1202431),$$

$$(m,m^V)_{14}\,[l((q^V-q)^2-(p^V-p)^2)+2h(p^V-p)(q^V-q)] = 0'',000308\,(\bar{4},4886238),$$

$$(m,m^V)_{15}[l^V((q^V-q)^2+(p^V-p)^2)+2h^V(qp^V-q^Vp)]=-0'',000531\,(\bar{4},7249226),$$

$$(m,m^V)_{16}[l^V((q^V-q)^2+(p^V-p)^2)+2h^V(qp^V-q^Vp)]=0'',000533\,(\bar{4},7271622),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^V)\,l(l^2+h^2)=0'',000090(\bar{5},9562073),\ \tfrac{1}{2}[m,m^V]\,l^V(l^2+h^2)=0'',000000(\bar{8},8432667).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',004274$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000525$.

Меркурій и Уранъ.

$$(m,m^{VI})\,l=0'',000103,\qquad (m,m^{VI})\,l^{VI}=-0'',000002,$$

$$(m,m^{VI})_1\,l[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q)^2-(p^{VI}-p)^2]=0'',000000\,(\overline{10},8042356),$$

$$(m,m^{VI})_4\,l[l^{VI1}+h^{VI2}+(q^{VI}-q)^2-(p^{VI}-p)^2]=-0'',000001\,(\bar{6},1946560),$$

$$(m,m)_2\,l(l^2+h^2)=-0'',000001\,(\bar{6},0361287),\ (m,m^{VI})_3\,l(l^2+h^2)=0'',000001\,(\bar{6},0378447),$$

$$(m,m)_5[2l[ll^{VI}+hh^{VI})+l^{VI}(l^2+h^2)]=0'',000091\,(\bar{5},9591166),$$

$$(m,m^{VI})_6[2l(ll^{VI}+hh^{VI})+l^{VI}(l^2+h^2)]=-0'',000091\,(\bar{5},9587951),$$

$$(m,m^{VI})_7\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\bar{7},3142094),$$

$$(m,m^{VI})_8\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\bar{9},8691578),$$

$$(m,m^{VI})_9[l(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h]=0'',000000\,(\bar{7},1571096),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})_4[l(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h]=-0'',000000\,(\bar{8},9357514),$$

$$(m,m^{VI})_{10}[l^{VI}(p^{VI}-p)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p)-p(q^{VI}-q))]=-0'',000011\,(\bar{5},0628292),$$

$$(m,m^{VI})_{11}[l^{VI}(p^{VI}-p)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p)-p(q^{VI}-p))]=-0'',000011\,(\bar{5},0640229),$$

$$(m,m^{VI})_{12}[l^{VI}(p^{VI}-p)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p)-p(q^{VI}-q))]=0'',000000\,(\bar{9},7246665),$$

$$(m,m^{VI})_{13}[l((q^{VI}-q)^2-(p^{VI}-p)^2)+2h(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)]=-0'',000003\,(\bar{6},5378591),$$

$$(m,m^{VI})_{14}[l((q^{VI}-q)^2-(p^{VI}-p)^2)+2h(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)]=0'',000008\,(6,9056889),$$

$$(m,m^{VI})_{15}[l^{VI}((q^{VI}-q)^2+(p^{VI}-p)^2)+2h^{VI}(qp^{VI}-q^{VI}p)]=0'',000025\,(\bar{5},3982012),$$

$$(m,m^{VI})_{16}[l^{VI}((q^{VI}-q)^2+(p^{VI}-p)^2)+2h^{VI}(qp^{VI}-q^{VI}p)]=-0'',000025\,(\bar{5},3987507),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})l(l^2+h^2)=0'',000002(\bar{6},3372185),\ \tfrac{1}{2}[m,m^{VI}]l^{VI}(l^2+h^2)=-0'',000000(\bar{8},6496548).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000105$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000012$.

Венера и Меркурій.

$$(m',m)\,l'=-0'',001224,\qquad [m',m]\,l=0'',010173,$$

$$(m',m)_1\,l'[l^2+h^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]=0'',000038\,(\bar{5},5753216),$$

$$(m',m)_4\, l'[l^2+h^2-(q'-q)^2-(p'-p)^2]=-0'',000188\,(\bar{4},2747909),$$

$$(m',m)_2\, l'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{8},4330242),\quad (m',m)_3\, l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{7},2768040),$$

$$(m',m)_5[2l'(ll'+hh')+l(l'^2+h'^2)]=0'',000001\,(\bar{6},2011098),$$

$$(m',m)_6[2l'(ll'+hh')+l(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{7},5766492),$$

$$(m',m)_7\, l(l^2+h^2)=-0'',000644\,(\bar{4},8088490),\quad (m',m)_8\, l(l^2+h^2)=0'',001456\,(\bar{3},1630610),$$

$$(m',m)_9[l'(l^2-h^2)+2lhh']=-0'',000130\,(\bar{4},1139541),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m)_4[l'(l^2-h^2)+2lhh']=0'',000164\,(\bar{4},2153532),$$

$$(m',m)_{10}[l(p'-p)^2-h(q(p-p')-p'(q-q'))]=0'',000060\,(\bar{5},7791273),$$

$$(m',m)_{11}[l(p'-p)^2-h(q(p-p')-p'(q-q'))]=0'',000447\,(\bar{4},6506867),$$

$$(m',m)_{12}[l(p'-p)^2-h(q(p-p')-p'(q-q'))]=-0'',000092\,(\bar{5},9663251),$$

$$(m',m)_{13}[l'((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h'(p-p')(q-q')]=-0'',000002\,(\bar{6},4008316),$$

$$(m',m)_{14}[l'((q'-q)^2-(p'-p)^2)+2h'(p-p')(q-q')]=0'',000007\,(\bar{6},8283712),$$

$$(m',m)_{15}[l((q'-q)^2+(p'-p)^2)+2h(q'p-qp')]=0'',000212\,(\bar{4},3256472),$$

$$(m',m)_{16}[l((q'-q)^2+(p'-p)^2)+2h(q'p-qp')]=-0'',000852\,(\bar{4},9305696),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m)\,l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{8},4588443),\quad \tfrac{1}{2}[m',m]\,l(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{7},3785504).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',011397$,

« « « третьяго порядка $=0'',002183$.

Венера и Земля.

$$(m',m'')\,l'=-0'',029200,\qquad [m',m'']\,l''=-0'',015712,$$

$$(m',m'')_1\, l'[l''^2+h''^2-(q''-q')^2-(p''-p')^2]=-0'',000325\,(\bar{4},5125654),$$

$$(m',m'')_4\, l'[l''^2+h''^2-(q''-q)^2-(p''-p')^2]=0'',001158\,(\bar{3},0637474),$$

$$(m',m'')_2\, l'(l'^2+h'^2)=0'',000002\,(\bar{6},2920550),\quad (m',m'')_3\, l'(l'^2+h'^2)=-0'',000008\,(\bar{6},9344823),$$

$$(m',m'')_5[2l'(l'l''+h'h'')+l''(l'^2+h'^2)]=0'',000014\,(\bar{5},1582080),$$

$$(m',m'')_6[2l'(l'l''+h'h'')+l''(l'^2+h'^2)]=0'',000027\,(\bar{5},4385670),$$

$$(m',m'')_7\, l''(l''^2+h''^2)=0'',000013\,(\bar{5},1338717),\quad (m',m'')_8\, l''(l''^2+h''^2)=-0'',000036\,(\bar{5},5558268),$$

$$(m',m'')_9[l'(l''^2-h''^2)+2l''h''h']=-0'',000007\,(\bar{6},8195986),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')_4[l'(l''^2-h''^2)+2l''h''h']=0'',000027\,(\bar{5},4352356),$$

$$(m',m'')_{10}[l''(p''-p')^2-h''(q''(p''-p')-p'(q''-q'))]=-0'',000036\,(\bar{5},5611635),$$

$$(m',m'')_{11}[l''(p''-p')^2-h''(q''(p''-p')-p'(q''-q'))]=-0'',002066\,(\bar{3},3150708),$$

$(m',m'')_{12}[l''(p''-p')^2-h''(q''(p''-p')-p'(q''-q'))]=0'',000587\,(\bar{4},7686421),$

$(m',m'')_{13}[l'((q''-q')^2-(p''-p')^2)+2h'(p''-p')(q''-q')]=-0'',000463\,(\bar{4},6654164),$

$(m',m'')_{14}[l'((q''-q')^2-(p''-p')^2)+2h'(p''-p')(q''-q')]=0'',001387\,(\bar{3},1422792),$

$(m',m'')_{15}[l''((q''-q')^2+(p''-p')^2)+2h''(q'p''-q''p')]=0'',000051\,(\bar{5},7046959),$

$(m',m'')_{16}[l'((q''-q')^2+(p''-p')^2)+2h''(q'p''-q''p')]=-0'',000442\,(\bar{4},6458831),$

$\frac{1}{2}(m',m'')l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000(\bar{7},8364537),\ \frac{1}{2}(m',m'')l''(l'^2+h'^2)=-0'',000000(\bar{7},5673214).$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',013488$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000455$.

Венера и Марсъ.

$(m',m''')l'=-0'',000438,\qquad [m',m''']l'''=0'',004849,$

$(m',m''')_1 l'[l'''^2+h'''^2-(q'''-q')^2-(p'''-p')^2]=0'',000002\,(\bar{6},2701653),$

$(m',m''')_4 l'[l'''^2+h'''^2-(q'''-q')^2-(p'''-p')^2]=-0'',000011\,(\bar{5},0424906),$

$(m',m''')_2 l'(l'^2+h'^2)=0'',000000(\bar{9},9003291),\ (m',m''')_3 l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000(\bar{8},3813963),$

$(m',m''')_5[2l'(l'l'''+h'h''')+l'''(l'^2+h'^2)]=-0'',000001\,(\bar{6},0601258),$

$(m',m''')_6[2l'(l'l'''+h'h''')+l'''(l'^2+h'^2)]=0'',000000\,(\bar{7},2335945),$

$(m,m''')_7 l'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000055\,(\bar{5},7420971),$

$(m',m''')_8 l'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000119\,(\bar{4},0756998),$

$(m',m''')_9[l'(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h']=0'',000009\,(\bar{6},9675093),$

$\frac{1}{2}(m',m''')_4[l'(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h']=-0'',000010\,(\bar{5},0051156),$

$(m',m''')_{10}[l'''(p'''-p')^2-h'''(q'''(p'''-p')-p'(q'''-q'))]=0'',000004\,(\bar{6},5972202),$

$(m',m''')_{11}[l'''(p'''-p')^2-h'''(q'''(p'''-p')-p'(q'''-q'))]=0'',000019\,(\bar{5},2729318),$

$(m',m''')_{12}[l'''(p'''-p')^2=h'''(q'''(p'''-p')-p'(q'''-q'))]=-0'',000003\,(\bar{6},5203121),$

$(m',m''')_{13}[l'((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2h'(p'''-p')(q'''-q')]=-0'',000000\,(\bar{7},4548711),$

$(m',m''')_{14}[l'((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2h'(p'''-p')(q'''-q')]=0'',000001\,(\bar{6},1951751),$

$(m'',m''')_{15}[l'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)+2h'''(q'p'''-q'''p')]=-0'',000016\,(\bar{5},2034407),$

$(m',m''')_{16}[l'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)+2h'''(q'p'''-q'''p')]=0'',000042\,(\bar{5},6235015),$

$\frac{1}{2}(m',m''')l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000(\bar{8},0124761),\ \frac{1}{2}(m',m''')l'''(l'^2+h'^2)=0'',000000(\bar{7},0567321).$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',005287$,

« « « третьяго порядка $=0'',000162$.

Венера и Юпитеръ.

$$(m'.m^{IV})\,l' = -0'',018002, \qquad [m',m^{IV}]\,l^{IV} = 0'',034360,$$

$$(m',m^{IV})_1\,l'\,[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q')^2 - (p^{IV} - p')^2] = 0'',000000\,(\bar{7},6232557),$$

$$(m',m^{IV})_4\,l'\,[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q')^2 - (p^{IV} - p')^2] = -0'',000022\,(\bar{5},3485173),$$

$$(m',m^{IV})_2\,l'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{7},3343355), \quad (m',m^{IV})_3\,l'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\bar{7},4005758),$$

$$(m',m^{IV})_5\,[2l'\,(l'l^{IV} + h'h^{IV}) + l^{IV}\,(l'^2 + h'^2)] = -0'',000054\,(\bar{5},7291859),$$

$$(m',m^{IV})_6\,[2l'\,(l'l^{IV} + h'h^{IV}) + l^{IV}\,(l'^2 + h'^2)] = 0'',000026\,(\bar{5},4109256),$$

$$(m',m^{IV})_7\,l^{IV}\,(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000074\,(\bar{5},8671288),$$

$$(m',m^{IV})_8\,l^{IV}\,(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000133\,(\bar{4},1245572),$$

$$(m',m^{IV})_9\,[l'\,(l^{IV2} - h^{IV2}) + 2l^{IV}h^{IV}h'] = 0'',000021\,(\bar{5},3268396),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m',m^{IV})_4\,[l'\,(l^{IV2} - h^{IV2}) + 2l^{IV}h^{IV}h'] = -0'',000013\,(\bar{5},1282011),$$

$$(m',m^{IV})_{10}\,[l^{IV}\,(p^{IV} - p')^2 - h^{IV}\,(q^{IV}\,(p^{IV} - p') - p'\,(q^{IV} - q'))] = 0'',000876\,(\bar{4},9423230),$$

$$(m',m^{IV})_{11}\,[l^{IV}\,(p^{IV} - p')^9 - h^{IV}\,(q^{IV}\,(p^{IV} - p') - p'\,(q^{IV} - q'))] = 0'',000998\,(\bar{4},9990732),$$

$$(m',m^{IV})_{12}\,[l^{IV}\,(p^{IV} - p')^2 - h^{IV}\,(q^{IV}\,(p^{IV} - p') - p'\,(q^{IV} - q'))] = -0'',000021\,(\bar{5},3209428),$$

$$(m',m^{IV})_{13}\,[l'\,((q^{IV} - q')^2 - (p^{IV} - p')^2) + 2h'\,(p^{IV} - p')\,(q^{IV} - q')] = -0'',000034\,(\bar{5},5350541),$$

$$(m',m^{IV})_{14}\,[l'\,((q^{IV} - q')^2 - (p^{IV} - p')^2) + 2h'\,(p^{IV} - p')\,(q^{IV} - q')] = 0'',000081\,(\bar{5},9077321),$$

$$(m',m^{IV})_{15}\,[l^{IV}\,((q^{IV} - q')^2 + (p^{IV} - p')^2) + 2h^{IV}\,(q'p^{IV} - q^{IV}p')] = -0'',001259\,(\bar{3},1000028),$$

$$(m',m^{IV})_{16}\,[l^{IV}\,((q^{IV} - q')^2 + (p^{IV} - p')^2) + 2h^{IV}\,(q'p^{IV} - q^{IV}p')] = 0'',001339\,(\bar{3},1268657),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{IV})\,l'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\bar{8},0124761), \quad \tfrac{1}{2}[m',m^{IV}]\,l^{IV}(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{7},0567321).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',052362$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000047$.

Венера и Сатурнъ.

$$(m',m^{V})\,l' = -0'',000851, \qquad [m',m^{V}]\,l^{V} = 0'',000016,$$

$$(m',m^{V})_1\,l'\,[l^{V2} + h^{V2} - (p^{V} - q')^2 - (p^{V} - p')^2] = 0'',000000\,(\bar{8},1409302),$$

$$(m',m^{V})_4\,l'\,[l^{V2} + h^{V2} - (q^{V} - q')^2 - (p^{V} - p')^2] = -0'',000002\,(\bar{6},3846736),$$

$$(m',m^{V})_2\,l'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},0025656), \quad (m',m^{V})_3\,l'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\bar{8},0231022),$$

$$(m',m^{V})_5\,[2l'\,(l'l^{V} + h'h^{V}) + l^{V}\,(l'^2 + h'^2)] = 0'',000003\,(\bar{6},5164190),$$

$$(m',m^{V})_6\,[2l'\,(l'l^{V} + h'h^{V}) + l^{V}\,(l'^2 + h'^2)] = -0'',000003\,(\bar{6},5116136),$$

$$(m',m^{V})_7\,l^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000\,(\bar{8},6563523), \quad (m',m^{V})_8\,l^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{8},9084820),$$

$$(m'_,m^V)_9\,[l'(l^{V2}-h^{V2})+2l^Vh^Vh'] = -0'',000003\,(\bar{6},5427998),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'_,m^V)_4\,[l'(l^{V2}-h^{V2})+2l^Vh^Vh'] = -0'',000002\,(\bar{6},3278737),$$

$$(m'_,m^V)_{10}[l^V(p^V-p')^2-h^V(q^V(p^V-p')-p'(q^V-q'))] = -0'',000202\,(\bar{4},3050609),$$

$$(m'_,m^V)_{11}[l^V(p^V-p')^2-h^V(q^V(p^V-p')-p'(q^V-q'))] = -0'',000210\,(\bar{4},3219160),$$

$$(m'_,m^V)_{12}[l^V(p^V-p')^2-h^V(q^V(p^V-p')-p'(q^V-q'))] = 0'',000001\,(\bar{6},1280924),$$

$$(m'_,m^V)_{13}[l'((q^V-q')^2-(p^V-p')^2)+2h'(p^V-p')(q^V-q')] = -0'',000000\,(\bar{7},5915342),$$

$$(m'_,m^V)_{14}[l'((q^V-q')^2-(p^V-p')^2)+2h'(p^V-p')(q^V-q')] = 0'',000000\,(\bar{7},9609192),$$

$$(m'_,m^V)_{15}[l^V((q^V-q')^2+(p^V-p')^2)+2h^V(q'p^V-q^Vp')] = -0'',000230\,(\bar{4},3619868),$$

$$(m'_,m^V)_{16}[l^V((q^V-q')^2+(p^V-p')^2)+2h^V(q'p^V-q^Vp')] = 0'',000234\,(\bar{4},3697928),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'_,m^V)\,l'(l'^2+h'^2) = -0'',000000\,(\bar{8},3010483),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'_,m^V]\,l^V(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\overline{10},5710484).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000867$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000006$.

Венера и Уранъ.

$$(m'_,m^{VI})\,l' = -0'',000020, \qquad [m'_,m^{VI}]\,l^{VI} = -0'',000010,$$

$$(m'_,m^{VI})_1\,l'\,[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2] = 0'',000000\,(\overline{12},5390225),$$

$$(m'_,m^{VI})_4\,l'\,[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2] = -0'',000000\,(\bar{9},3870073),$$

$$(m'_,m^{VI})_2\,l'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\overline{10},3791320,$$

$$(m'_,m^{VI})_3\,l'(l'^2+h'^2) = -0'',000000\,(\overline{10},3842710),$$

$$(m'_,m^{VI})_5\,[2l'(l'l^{VI}+h'h^{VI})+l^{VI}(l'^2+h'^2)] = 0'',000000\,(\bar{7},4299544),$$

$$(m'_,m^{VI})_6\,[2l'(l'l^{VI}+h'h^{VI})+l^{VI}(l'^2+h'^2)] = -0'',000000\,(\bar{7},4267801),$$

$$(m'_,m^{VI})_7\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{8},2991868),$$

$$(m'_,m^{VI})_8\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\,(\bar{8},5496126),$$

$$(m'_,m^{VI})_9\,[l'(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h'] = -0'',000000\,(\bar{8},3220968),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'_,m^{VI})_4\,[l'(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h'] = 0'',000000\,(\bar{8},1019521),$$

$$(m'_,m^{VI})_{10}[l^{VI}(p^{VI}-p')^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p')-p'(q^{VI}-q'))] = -0'',000008\,(\bar{6},8956694),$$

$$(m'_,m^{VI})_{11}[l^{VI}(p^{VI}-p')^9-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p')-p'(q^{VI}-q'))] = -0'',000008\,(\bar{6},8998372),$$

$$(m'_,m^{VI})_{12}[l^{VI}(p^{VI}-p')^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p')-p'(q^{VI}-q'))] = 0'',000000\,(\bar{8},1026971),$$

$$(m'_,m^{VI})_{13}[l'((q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2)+2h'(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')] = -0'',000000\,(\bar{8},6757554),$$

$$(m',m^{VI})_{14}[l'((q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2)+2h'(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')]=0'',000000\,(\bar{7},0440721),$$
$$(m',m^{VI})_{15}[l^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{VI}-p')^2)+2h^{VI}(q'p^{VI}-q^{VI}p')]=0'',000006\,(\bar{6},7834842),$$
$$(m',m^{VI})_{16}[l^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{VI}-p')^2)+2h^{VI}(q'p^{VI}-q^{VI}p')]=-0'',000006\,(\bar{6},7853883),$$
$$\tfrac{1}{2}(m',m^{VI})\,l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\overline{10},6795415),$$
$$\tfrac{1}{2}[m',m^{IV}]\,l^{VI}(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\overline{10},3872288).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000010$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Земля и Меркурій.

$$(m'',m)\,l''=-0'',000183,\qquad [m'',m']\,l=0'',001735,$$
$$(m'',m)_1\,l''[l^2+h^2-(q''-q)^2-(p''-p)^2]=0'',000001\,(\bar{6},1890994),$$
$$(m'',m)_4\,l''[l^2+h^2-(q''-q)^2-(p''-p)^2]=-0'',000012\,(\bar{5},0985951),$$
$$(m'',m)_2\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{8},2135393),$$
$$(m'',m)_3\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000000\,(\bar{8},5869510),$$
$$(m'',m)_5[2l''(ll''+hh'')+l(l''^2+h''^2)]=0'',000000\,(\bar{7},1929569),$$
$$(m'',m)_6[2l''(ll''+hh'')+l(l''^2+h''^2)]=-0'',000000\,(\bar{8},9235013),$$
$$(m'',m)_7\,l(l^2+h^2)=-0'',000083\,(\bar{5},9203970),\quad (m'',m)_8\,l(l^2+h^2)=0'',000169\,(\bar{4},2271298),$$
$$(m'',m)_9[l''(l^2-h^2)+2lhh'']=-0'',000043\,(\bar{5},6333808),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'',m)_4[l''(l^2-h^2)+2lhh'']=0'',000039\,(\bar{5},5867566),$$
$$(m'',m)_{10}[l(p''-p)^2-h(q(p-p'')-p''(q-q''))]=-0'',000088\,(\bar{5},9474091),$$
$$(m'',m)_{11}[l(p''-p)^2-h(q(p-p'')-p''(q-q''))]=-0'',000246\,(\bar{4},3907588),$$
$$(m'',m)_{12}[l(p''-p)^2-h(q(p-p'')-p''(q-q''))]=0'',000032\,(\bar{5},5084783),$$
$$(m'',m)_{13}[l''((q''-q)^2-(p''-p)^2)+2h''(p-p'')(q-q'')]=-0'',000016\,(\bar{5},2157036),$$
$$(m'',m)_{14}[l''((q''-q)^2-(p''-p')^2)+2h''(p-p'')(q-q'')]=0'',000041\,(\bar{5},6176274),$$
$$(m'',m)_{15}[l((q''-q)^2+(p''-p)^2)+2h(q''p-qp'')]=-0'',000069\,(\bar{5},8401313),$$
$$(m'',m)_{16}[l((q''-p)^2+(p''-p)^2)+2h(q''p-qp'')]=0'',000122\,(\bar{4},0874305),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'',m)\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{8},4109525),\quad \tfrac{1}{2}[m'',m]\,l(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{7},3884264).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',001918$,

« « третьяго порядка $=0'',000263$.

Земля и Венера.

$$(m'',m')\,l'' = -\,0'',014351, \qquad [m'',m']\,l' = -\,0'',018489,$$

$$(m'',m')_1\,l''[l'^2 + h'^2 - (q''-q')^2 - (p''-p')^2] = -\,0'',000172\,(\bar{4},2345875),$$

$$(m'',m')_4\,l''[l'^2 + h'^2 - (q''-q')^2 - (p''-p')^2] = 0'',000611\,(\bar{4},7857695),$$

$$(m'',m')_5\,[2l''(l'l'' + h'h'') + l'(l''^2 + h''^2)] = 0'',000019\,(\bar{5},2900653),$$

$$(m'',m')_6\,[2l''(l'l'' + h'h'') + l'(l''^2 + h''^2)] = -\,0'',000037\,(\bar{5},5704243),$$

$$(m'',m')_2\,l''(l''^2 + h''^2) = 0'',000006\,(\bar{6},7615644),$$

$$(m'',m')_3\,l''(l''^2 + h''^2) = -\,0'',000025\,(\bar{5},4039917),$$

$$(m'',m')_7\,l'(l'^2 + h'^2) = 0'',000003(\bar{6},4265535), \quad (m'',m')_8\,l'(l'^2 + h'^2) = -\,0'',000007\,(\bar{6},8485086),$$

$$(m'',m')_9\,[l''(l'^2 - h'^2) + 2l'h'h''] = 0'',000006\,(\bar{6},7497695),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m')_4\,[l''(l'^2 - h'^2) + 2l'h'h''] = -\,0'',000023\,(\bar{5},3654065),$$

$$(m'',m')_{10}\,[l'(p''-p')^2 - h'(q'(p'-p'') - p''(q'-q''))] = -\,0'',000022\,(\bar{5},3405399),$$

$$(m'',m')_{11}\,[l'(p''-p')^2 - h'(q'(p'-p'') - p''(q'-q''))] = -\,0'',001242\,(\bar{3},0944472),$$

$$(m'',m')_{12}[l'(p''-p')^2 - h'(q'(p'-p'') - p''(q'-q''))] = 0'',000353\,(\bar{4},5480185),$$

$$(m'',m')_{13}\,[l''((q''-q')^2 - (p''-p')^2) + 2h''(p'-p'')(q'-q)''] = -\,0'',000590\,(\bar{4},7708639),$$

$$(m'',m')_{14}\,[l''((q''-q')^2 - (p''-p')^2) + 2h''(p'-p'')(q'-q'')] = 0'',001769\,(\bar{3},2477267),$$

$$(m'',m')_{15}\,[l'((q''-q')^2 + (p''-p')^2) + 2h'(q''p' - q''p')] = 0'',000060\,(\bar{5},7753749),$$

$$(m'',m')_{16}\,[l'((q''-q')^2 + (p''-p')^2) + 2h'(q''p' - q'p'')] = -\,0'',000521\,(\bar{4},7165621),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m')\,l''(l''^2 + h''^2) = -\,0'',000002\,(\bar{6},3059631),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'',m']\,l'(l''^2 + h''^2) = -\,0'',000003\,(\bar{6},4159976).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',004138$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',001091$.

Земля и Марсъ.

$$(m'',m''')\,l'' = -\,0'',000827, \qquad [m'',m''']\,l''' = 0'',018939,$$

$$(m'',m''')_1\,l''[l'''^2 + h'''^2 - (q'''-q'')^2 - (p'''-p'')^2] = 0'',000013\,(\bar{5},1005535),$$

$$(m'',m''')_4\,l''[l'''^2 + h'''^2 - (q'''-q'')^2 - (p'''-p'')^2] = -\,0'',000049\,(\bar{5},6931946),$$

$$(m'',m''')_2\,l''(l''^2 + h''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},3064646),$$

$$(m'',m''')_3\,l''(l''^2 + h''^2) = -\,0'',000000\,(\bar{7},9299689),$$

$$(m'',m''')_5\,[2l''(l''l''' + h''h''') + l'''(l''^2 + h''^2)] = -\,0'',000012\,(\bar{5},0647528),$$

$$(m'',m''')_6\,[2l''(l''l'''+h''h''')+l'''(l''^2+h''^2)]=0'',000015\,(\bar{5},1732030),$$

$$(m'',m''')_7\,l'''(l'''^2+h'''^2)=-\,0'',000364\,(\bar{4},5616248),$$

$$(m'',m''')_8\,l'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000911\,(\bar{4},9597318),$$

$$(m'',m''')_9\,[l''(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h'']=0'',000017\,(\bar{5},2336394),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m''')_4\,[l''(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h'']=-\,0'',000030\,(\bar{5},4733377),$$

$$(m'',m''')_{10}\,[l'''(p'''-p'')^2-h'''(q'''(p'''-p'')-p''(q'''-q''))]=0'',000007\,(\bar{6},8633771),$$

$$(m'',m''')_{11}\,[l'''(p'''-p'')^2-h'''(q'''(p'''-p'')-p''(q'''-q''))]=0'',000175\,(\bar{4},2423663),$$

$$(m'',m''')_{12}\,[l'''(p'''-p'')^2-h'''(q'''(p'''-p'')-p''(q'''-q''))]=-\,0'',000045\,(\bar{5},6574327),$$

$$(m'',m''')_{13}\,[l''((q'''-p'')^2-(p'''-p'')^2)+2h''(p'''-p'')(q'''-q'')]=-\,0'',000011\,(\bar{5},0451845),$$

$$(m'',m''')_{14}\,[l''((q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2)+2h''(p'''-p'')(q'''-q'')]=0'',000031\,(\bar{5},4939004),$$

$$(m'',m''')_{15}\,[l'''((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)+2h'''(q''p'''-q'''p'')]=-\,0'',000000\,(\bar{8},9457189),$$

$$(m'',m''')_{16}\,[l'''((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)+2h'''(q''p'''-q'''p'')]=0'',000115\,(\bar{4},0616873),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m''')\,l''(l''^2+h''^2)=-\,0'',000000\,(\bar{7},0666469),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'',m''']\,l'''[l''^2+h''^2)=0'',000003\,(\bar{6},4264353).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-\,0'',019766$,

« « « третьяго порядка $=0'',001014$.

Земля и Юпитеръ.

$$(m'',m^{IV})\,l''=-\,0'',019566,\qquad [m'',m^{IV}]\,l^{IV}=0'',079716,$$

$$(m'',m^{IV})_1\,l''[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2]=0'',000002\,(\bar{6},3214540),$$

$$(m'',m^{IV})_4\,l''[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2]=-\,0'',000060\,(\bar{5},7757042),$$

$$(m'',m^{IV})_2\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000001\,(\bar{6},1577380),$$

$$(m'',m^{IV})_3\,l''(l''^2+h''^2)=-\,0'',000002\,(\bar{6},2781514),$$

$$(m'',m^{IV})_5\,[2l''(l''l^{IV}+h''h^{IV})+l^{IV}(l''^2+h''^2)]=-\,0'',000245\,(\bar{4},3889798),$$

$$(m'',m^{IV})_6\,[2l''(l''l^{IV}+h''h^{IV})+l^{IV}(l''^2+h''^2)]=0'',000022\,(\bar{5},3531601),$$

$$(m'',m^{IV})_7\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-\,0'',000175\,(\bar{4},2434194),$$

$$(m'',m^{IV})_8\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000322\,(\bar{4},5076791),$$

$$(m'',m^{IV})_9\,[l''(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h'']=-\,0'',000039\,(\bar{5},5890699),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{IV})_4\,[l''(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h'']=0'',000051\,(\bar{5},7124660),$$

$$(m'',m^{IV})_{10}\,[l^{IV}(p^{IV}-p'')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p'')-p''(q^{IV}-q''))]=0'',000570\,(\bar{4},7558441),$$

$$(m'',m^{IV})_{11}[l^{IV}(p^{IV}-p'')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p'')-p''(q^{IV}-q''))]=0'',000731\,(\bar{4},8641436),$$

$$(m'',m^{IV})_{12}[l^{IV}(p^{IV}-p'')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p'')-p''(q^{IV}-q''))]=-0'',000028\,(\bar{5},4536491),$$

$$(m'',m^{IV})_{13}[l''((q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2)+2h''(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')]=0'',000006\,(\bar{6},8040885),$$

$$(m'',m^{IV})_{14}[l''((q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2)+2h''(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')]=-0'',000015\,(\bar{5},1809700),$$

$$(m'',m^{IV})_{15}[l^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)+2h^{IV}(q''p^{IV}-q^{IV}p'')]=-0'',000459\,(\bar{4},6620041),$$

$$(m'',m^{IV})_{16}[l^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)+2h^{IV}(q''p^{IV}-q^{IV}p'')]=0'',000518\,(\bar{4},7144632),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{IV})\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000003\,(\bar{6},4405776),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'',m^{IV}]\,l^{IV}(l''^2+h''^2)=0'',000011\,(\bar{5},0506133).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',099282$,

« « « третьяго порядка $=0'',000480$.

Земля и Сатурнъ.

$$(m'',m^{V})\,l''=-0'',000903,\qquad (m'',m^{V})\,l^{V}=0'',000036,$$

$$(m'',m^{V})_1\,l''[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2]=0'',000000\,(\bar{7},2816931),$$

$$(m'',m^{V})_4\,l''[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2]=-0'',000002\,(\bar{6},2472224),$$

$$(m'',m^{V})_2\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{8},8086881),$$

$$(m'',m^{V})_3\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000000\,(\bar{8},8477970),$$

$$(m'',m^{V})_5[2l''(l''l^{V}+h''h^{V})+l^{V}(l''^2+h''^2)]=0'',000008\,(\bar{6},8825640),$$

$$(m'',m^{V})_6[2l''(l''l^{V}+h''h^{V})+l^{V}(l''^2+h''^2)]=-0'',000007\,(\bar{6},8731438),$$

$$(m'',m^{V})_7\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\bar{7},0151378),$$

$$(m'',m^{V})_8\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{7},2693148),$$

$$(m'',m^{V})_9[l''(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h'']=-0'',000009\,(\bar{6},6252823),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{V})_4[l''(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h'']=0'',000003\,(\bar{6},4166509),$$

$$(m'',m^{V})_{10}[l^{V}(p^{V}-p'')^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p'')-p''(q^{V}-q''))]=0'',000077\,(\bar{5},8896521),$$

$$(m'',m^{V})_{11}[l^{V}(p^{V}-p'')^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p'')-p''(q^{V}-q''))]=0'',000083\,(\bar{5},9218643),$$

$$(m'',m^{V})_{12}[l^{V}(p^{V}-p'')^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p'')-p''(q^{V}-q''))]=-0'',000000\,(\bar{7},9601589),$$

$$(m'',m^{V})_{13}[l''((q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2)+2h''(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')]=0'',000004\,(\bar{6},6502484),$$

$$(m'',m^{V})_{14}[l''((q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2)+2h''(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')]=-0'',000010\,(\bar{5},0209092),$$

$$(m'',m^{V})_{15}[l^{V}((q^{V}-q'')^2+(p^{V}-p'')^2)+2h^{V}(q''p^{V}-q^{V}p'')]=-0'',000002\,(\bar{6},3962436),$$

$$(m'',m^{V})_{16}[l^{V}((q^{V}-q'')^2+(p^{V}-p'')^2)+2h^{V}(q''p^{V}-q^{V}p'')]=0'',000002\,(\bar{6},4113597),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{V})\,l''(l''^2+h''^2) = -0'',000000\,(\bar{7},1047599),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'',m^{V}]\,l^{V}(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{9},7048211).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000939$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000003$.

Земля и Уранъ.

$$(m'',m^{VI})\,l'' = -0'',000021, \qquad (m'',m^{VI})\,l^{VI} = -0'',000023,$$

$$(m'',m^{VI})_1\,l''[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2] = 0'',000000\,(\overline{10},2424179),$$

$$(m'',m^{VI})_4\,l''[l^{VI2}+h^{VI2}+(q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2] = -0'',000000\,(\bar{8},8098597),$$

$$(m'',m^{VI})_2\,l''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{9},1801547),$$

$$(m'',m^{VI})_3\,l''(l''^2+h''^2) = -0'',000000\,(\bar{9},1899456),$$

$$(m'',m^{VI})_5[2l''(l''l^{VI}+h''h^{VI})+l^{VI}(l''^2+h''^2)] = -0'',000000\,(\bar{7},0300182),$$

$$(m'',m^{VI})_6[2l''(l''l^{VI}+h''h^{VI})+l^{VI}(l''^2+h''^2)] = 0'',000000\,(\bar{7},0277820),$$

$$(m'',m^{VI})_7\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{8},6525813),$$

$$(m'',m^{VI})_8\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{8},9035224),$$

$$(m'',m^{VI})_9[l''(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h''] = 0'',000000\,(\bar{7},3006060),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{VI})_4[l''(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h''] = -0'',000000\,(\bar{7},0820289),$$

$$(m'',m^{VI})_{10}[l^{VI}(p^{VI}-p'')^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p'')-p''(q^{VI}-q''))] = -0'',000000\,(\bar{7},9019054),$$

$$(m'',m^{VI})_{11}[l^{VI}(p^{VI}-p'')^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p'')-p''(q^{VI}-p''))] = -0'',000000\,(\bar{7},9098715),$$

$$(m'',m^{VI})_{12}[l^{VI}(p^{VI}-p'')^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p'')-p''(q^{VI}-q)''')] = -0'',000000\,(\bar{9},3929946),$$

$$(m'',m^{VI})_{13}[l''((q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2)+2h''(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')] = -0'',000000\,(\bar{8},0891679),$$

$$(m'',m^{VI})_{14}[l''((q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2)+2h''(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')] = 0'',000000\,(\bar{8},4578111),$$

$$(m'',m^{VI})_{15}[l^{VI}((q^{VI}-q'')^2+(p^{VI}-p'')^2)+2h^{VI}(q''p^{VI}-q^{VI}p'')] = 0'',000000\,(\bar{7},7898872),$$

$$(m'',m^{VI})_{16}[l^{VI}((q^{VI}-q'')^2+(p^{VI}-p'')^2)+2h^{VI}(q''p^{VI}-q^{VI}p'')] = -0'',000000\,(\bar{7},7935863),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{VI})\,l''(l''^2+h''^2) = -0'',000000\,(\bar{9},4799965),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'',m^{VI}]\,l^{VI}(l''^2+h''^2) = -0'',000000\,(\bar{9},5089395).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000002$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Марсъ и Меркурій.

$$(m''',m)\,l''' = 0'',001041, \qquad [m''',m]\,l = 0'',000220,$$

$$(m''',m)_1\,l'''[l^2+h^2-(q'''-q)^2-(p'''-p)^2] = -0'',000003\,(\bar{6},5359127),$$

$$(m''',m)_4\, l'''\,[l^2 + h^2 - (q''' - q)^2 - (p''' - p)^2] = -\,0'',000066\ (\bar{5},8217048),$$

$$(m''',m)_2\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = -\,0'',000002\ (\bar{6},3890469),$$

$$(m''',m)_3\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000004\ (\bar{6},5846937),$$

$$(m''',m)_5\,[2l'''\,(ll''' + hh''') + l\,(l'''^2 + h'''^2)] = 0'',000004\ (\bar{6},6440062),$$

$$(m''',m)_6\,[2l'''\,(ll''' + hh''') + l\,(l'''^2 + h'''^2)] = -\,0'',000004\ (\bar{6},5723271),$$

$$(m''',m)_7\, l\,(l^2 + h^2) = -\,0'',000009\ (\bar{6},9635010),\quad (m''',m)_8\, l\,(l^2 + h^2) = 0'',000017\ (\bar{5},2383613),$$

$$(m''',m)_9\,[l'''\,(l^2 - h^2) + 2lhh'''] = 0'',000065\ (\bar{5},8108648),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m''',m)_4\,[l'''\,(l^2 - h^2) + 2lhh'''] = -\,0'',000046\ (\bar{5},6658512),$$

$$(m''',m)_{10}\,[l\,(p''' - p)^2 - h\,(q\,(p - p''') - p'''\,(q - q'''))] = -\,0'',000016\ (\bar{5},2083306),$$

$$(m''',m)_{11}\,[l\,(p''' - p)^2 - h\,(q\,(p - p''') - p'''\,(q - q'''))] = -\,0'',000025\ (\bar{5},3977351),$$

$$(m''',m)_{12}\,[l\,(p''' - p)^2 - h\,(q\,(p - p''') - p'''\,(q - q'''))] = 0'',000002\ (\bar{6},2088539),$$

$$(m''',m)_{13}\,[l'''\,((q''' - q)^2 - (p''' - p)^2) + 2h'''\,(p - p''')\,(q - q''')] = 0'',000004\ (\bar{6},5788481),$$

$$(m''',m)_{14}\,[l'''\,((q''' - q)^2 - (p''' - p)^2) + 2h'''\,(p - p''')\,(q - q''')] = -\,0'',000009\ (\bar{6},9633898),$$

$$(m''',m)_{15}\,[l\,((q''' - q)^2 + (p''' - p)^2) + 2h\,(q'''p - qp''')] = -\,0'',000009\ (\bar{6},9976968),$$

$$(m''',m)_{16}\,[l\,((q''' - q)^2 + (p''' - p)^2) + 2h\,(q'''p - qp''')] = 0'',000012\ (\bar{5},0925840),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m)\,l'''(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000004(\bar{6},6553384),\quad \tfrac{1}{2}[m''',m]\,l(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000000(\bar{7},9811026).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000821$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000219$.

Марсъ и Венера.

$$(m''',m')\,l''' = 0'',038734,\qquad [m''',m']\,l' = -\,0'',001158,$$

$$(m''',m')_1\, l'''\,[l'^2 + h'^2 - (q''' - q')^2 - (p''' - p')^2] = 0'',000025\ (\bar{5},3934856),$$

$$(m''',m')_4\, l'''\,[l'^2 + h'^2 - (q''' - q')^2 - (p''' - p')^2] = -\,0'',000146\ (\bar{4},1658109),$$

$$(m''',m')_2\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = -\,0'',000130\ (\bar{4},1138897),$$

$$(m''',m')_3\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000393\ (\bar{4},5949569),$$

$$(m''',m')_5\,[2l'''\,(l'l''' + h'h''') + l'\,(l'''^2 + h'''^2)] = 0'',000079\ (\bar{5},8998485),$$

$$(m''',m')_6\,[2l'''\,(l'l''' + h'h''') + l'\,(l'''^2 + h'''^2)] = -\,0'',000012\ (\bar{5},0731807),$$

$$(m''',m')_7\, l'\,(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\ (\bar{8},8533327),$$

$$(m''',m')_8\, l'\,(l'^2 + h'^2) = -\,0'',000000\ (\bar{7},1869354),$$

$$(m''',m')_9\,[l'''\,(l'^2 - h'^2) + 2l'h'h'''] = -\,0'',000000\ (\bar{7},9163073),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m')_4[l'''(l'^2-h'^2)+2l'h'h''']=0'',000000\,(\bar{7},9539136),$$

$$(m_,'''m')_{10}[l'(p'''-p')^2-h'(q'(p'-p''')-p'''(q'-q'''))]=-0'',000003\,(\bar{6},5234162),$$

$$(m_,'''m')_{11}[l'(p'''-p')^2-h'(q'(p'-p''')-p'''(q'-q'''))]=-0'',000016\,(\bar{5},1991278),$$

$$(m_,'''m')_{12}[l'(p'''-p')^2-h'(q'(p'-p''')-p'''(q'-q'''))]=0'',000003\,(\bar{6},4465089),$$

$$(m_,'''m')_{13}[l'''((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2h'''(p'-p''')(q'-q''')]=0'',000039\,(\bar{5},5876895),$$

$$(m_,'''m')_{14}[l'''((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2h'''(p'-p''')(q'-q''')]=-0'',000213\,(\bar{4},3279945),$$

$$(m_,'''m')_{15}[l'((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)+2h'(q'''p'-q'p''')]=-0'',000002\,(\bar{6},2817133),$$

$$(m_,'''m')_{16}[l'((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)+2h'(q'''p'-q'p''')]=0'',000005\,(\bar{6},7017741),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m')\,l'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000168\,(\bar{4},2260367),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,'''m']\,l'(l'''^2+h'''^2)=-0'',000005\,(\bar{6},7017115).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',039892$,

« « « третьяго порядка $=0'',000459$.

Марсъ и Земля.

$$(m_,'''m'')\,l'''=0'',148853,\qquad [m_,'''m'']\,l''=-0'',003844,$$

$$(m_,'''m'')_1\,l'''[l''^2+h''^2-(q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2]=0'',000226\,(\bar{4},3551151),$$

$$(m_,'''m'')_4\,l'''[l''^2+h''^2-(q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2]=-0'',000887\,(\bar{4},9477562),$$

$$(m_,'''m'')_2\,l'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',001123\,(\bar{3},0505153),$$

$$(m_,'''m'')_3\,l'''(l'''^2+h'''^2)=0'',004721\,(\bar{3},6740196),$$

$$(m_,'''m'')_5[2l'''(l''l'''+h''h''')+l''(l'''^2+h'''^2)]=0'',000506\,(\bar{4},7042566),$$

$$(m_,'''m'')_6[2l''(l''l'''+h''h''')+l''(l'''^2+h''^2)]=0'',000650\,(\bar{4},8127070),$$

$$(m_,'''m'')_7\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000002\,(\bar{6},3801781),$$

$$(m_,'''m'')_8\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000006\,(\bar{6},7782851),$$

$$(m_,'''m'')_9[l'''(l''^2-h''^2)+2l''h''h''']=0'',000073\,(\bar{5},8638578),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m'')_4[l'''(l''^2-h''^2)+2l''h''h''']=-0'',000127\,(\bar{4},1035561),$$

$$(m_,'''m'')_{10}[l''(p'''-p'')^2-h''(q''(p''-p''')-p'''(q''-q'''))]=-0'',000006\,(\bar{6},8074376),$$

$$(m_,'''m'')_{11}[l''(p'''-p'')^2-h''(q''(p''-p''')-p'''(q''-q'''))]=-0'',000154\,(\bar{4},1864266),$$

$$(m_,'''m'')_{12}[l''(p'''-p'')^2-h''(q''(p''-p''')-p'''(q''-q'''))]=0'',000040\,(\bar{5},6014930),$$

$$(m_,'''m'')_{13}[l'''((q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2)+2h'''(p''-p''')(q''-q''')]=0'',000206\,(\bar{4},3149503),$$

$$(m_,'''m'')_{14}[l'''((q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2)+2h'''(p''-p''')(q''-q''')]=-0'',000580\,(\bar{4},7636667),$$

$$(m_,'''m'')_{15}[l''((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)+2h''(q'''p''-q''p''')]=0'',000000\,(\bar{8},2531469),$$

$$(m''',m'')_{16}[l'((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)+2h''(q'''p''-q''p''')] = -0'',000023\,(\bar{5},3691153),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m'')\,l'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',000647\,(\bar{4},8106975),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m'')\,l''(l'''^2+h'''^2) = -0'',000017\,(\bar{5},2227380).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',152697$,

« « « третьяго порядка $= 0'',004080$.

Марсъ и Юпитеръ.

$$(m''',m^{IV})\,l''' = 1'',208393, \qquad [m''',m^{IV}]\,l^{IV} = 0'',250309,$$

$$(m''',m^{IV})_1\,l'''[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2] = -0'',000315\,(\bar{4},4981376),$$

$$(m''',m^{IV})_4\,l'''[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2] = 0'',004116\,(\bar{3},6145507),$$

$$(m''',m^{IV})_2\,l'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',002940\,(\bar{3},4684192),$$

$$(m''',m^{IV})_3\,l'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',005191\,(\bar{3},7152214),$$

$$(m''',m^{IV})_5[2l'''(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+l^{IV}(l'''^2+h'''^2)] = -0'',025609\,(\bar{2},4083969),$$

$$(m''',m^{IV})_6[2l'''(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+l^{IV}(l'''^2+h'''^2)] = 0'',020052\,(\bar{2},3021661),$$

$$(m''',m^{IV})_7\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = -0'',000592\,(\bar{4},7722561),$$

$$(m''',m^{IV})_8\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',001135\,(\bar{3},0551803),$$

$$(m''',m^{IV})_9[l'''(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h'''] = -0'',002704\,(\bar{3},4320658),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{IV})_4[l'''(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h'''] = 0'',002051\,(\bar{3},3118885),$$

$$(m''',m^{IV})_{10}[l^{IV}(p^{IV}-p''')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p''')-p'''(q^{IV}-q'''))] = -0'',000158\,(\bar{4},1993509),$$

$$(m''',m^{IV})_{11}[l^{IV}(p^{IV}-p''')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p''')-p'''(q^{IV}-q'''))] = -0'',000283\,(\bar{4},4513774),$$

$$(m''',m^{IV})_{12}[l^{IV}(p^{IV}-p''')^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p''')-p'''(q^{IV}-q'''))] = 0'',000023\,(\bar{5},3705996),$$

$$(m''',m^{IV})_{13}[l'''((q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2)+2h'''(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')] = -0'',000940\,(\bar{4},9732479),$$

$$(m''',m^{IV})_{14}[l'''((q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2)+2h'''(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')] = 0'',001518\,(\bar{3},1813704),$$

$$(m''',m^{IV})_{15}[l^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)+2h^{IV}(q'''p^{IV}-q^{IV}p''')] = -0'',001006\,(\bar{3},0027497),$$

$$(m''',m^{IV})_{16}[l^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)+2h^{IV}(q'''p^{IV}-q^{IV}p''')] = 0'',001356\,(\bar{3},1323442),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{IV})\,l'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',005250\,(\bar{3},7201483),$$

$$\tfrac{1}{2}[m''',m^{IV}]\,l^{IV}(l'''^2+h'''^2) = 0'',001087\,(\bar{3},0364177).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',958084$,

« « « третьяго порядка $= -0'',006474$.

Марсъ и Сатурнъ.

$$(m''',m^V)\, l''' = 0'',051996, \qquad [m''',m^V]\, l^V = 0'',000106,$$

$$(m''',m^V)_1\, l''' [l^{V2} + h^{V2} - (q^V - q''')^2 - (p^V - p'''^2)] = -0'',000003\,(\bar{6},4822021),$$

$$(m''',m^V)_4\, l''' [l^{V2} + h^{V2} - (q^V - q''')^2 - (p^V - p''')^2] = 0'',000123\,(\bar{4},0904995),$$

$$(m''',m^V)_2\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = -0'',000116\,(\bar{4},0649749),$$

$$(m''',m^V)_3\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = 0'',000141\,(\bar{4},1508619),$$

$$(m''',m^V)_5 [2l''' (l'''l^V + h'''h^V) + l^V (l'''^2 + h'''^2)] = 0'',000758\,(\bar{4},8798142),$$

$$(m''',m^V)_6 [2l''' (l'''l^V + h'''h^V) + l^V (l'''^2 + h'''^2)] = -0'',000718\,(\bar{4},8563922),$$

$$(m''',m^V)_7\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000003\,(\bar{6},4924150),$$

$$(m''',m^V)_8\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{7},7522483),$$

$$(m''',m^V)_9 [l''' (l^{V2} - h^{V2}) + 2l^V h^V h'''] = 0'',000211\,(\bar{4},3251350),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^V)_4 [l''' (l^{V2} - h^{V2}) + 2l^V h^V h'''] = -0'',000136\,(\bar{4},1338905),$$

$$(m''',m^V)_{10} [l^V (p^V - p''')^2 - h^V (q^V (p^V - p''') - p''' (q^V - q'''))] = -0'',000090\,(\bar{5},9547713),$$

$$(m''',m^V)_{11} [l^V (p^V - p''')^2 - h^V (q^V (p^V - p''') - p''' (q^V - q'''))] = -0'',000107\,(\bar{4},0295571),$$

$$(m''',m^V)_{12} [l^V (p^V - p''')^2 - h^V (q^V (p^V - p''') - p''' (q^V - q'''))] = 0'',000003\,(\bar{6},4671751),$$

$$(m''',m^V)_{13} [l''' ((q^V - q''')^2 - (p^V - p''')^2) + 2h''' (p^V - p''')(q^V - q''')] = -0'',000074\,(\bar{5},8692960),$$

$$(m''',m^V)_{14} [l''' ((q^V - q''')^2 - (p^V - p''')^2) + 2h''' (p^V - p''')(q^V - q''')] = 0'',000175\,(\bar{4},2434591),$$

$$(m''',m^V)_{15} [l^V ((q^V - q''')^2 + (p^V - p''')^2) + 2h^V (q'''p^V - q^V p''')] = -0'',000284\,(\bar{4},4532984),$$

$$(m''',m^V)_{16} [l^V ((q^V - q''')^2 + (p^V - p''')^2) + 2h^V (q'''p^V - q^V p''')] = 0'',000308\,(\bar{4},4890226),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^V)\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = 0'',000226\,(\bar{4},3539106),$$

$$\tfrac{1}{2}[m''',m^V]\, l^V (l'''^2 + h'''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},6621445).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',051890$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000270$.

Марсъ и Уранъ.

$$(m''',m^{VI})\, l''' = 0'',001208, \qquad [m''',m^{VI}]\, l^{VI} = -0'',000066,$$

$$(m''',m^{VI})_1\, l''' [l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q''')^2 - (p^{VI} - p''')^2] = -0'',000000\,(\bar{8},3034010),$$

$$(m''',m^{VI})_4\, l''' [l^{VI2} + h^{VI2} + (q^{VI} - q''')^2 - (p^{VI} - p''')^2] = 0'',000003\,(\bar{6},5071869),$$

$$(m''',m^{VI})_2\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = -0'',000003\,(\bar{6},4218000),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_3\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000003\,(\bar{6},4442926),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_5\,[2l'''\,(l'''l^{VI} + h'''h^{VI}) + l^{VI}(l'''^2 + h'''^2)] = 0'',000043\,(\bar{5},6320104),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_6\,[2l'''\,(l'''l^{VI} + h'''h^{VI}) + l^{VI}(l'''^2 + h'''^2)] = -\,0'',000042\,(\bar{5},6267087),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_7\, l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{7},1146843),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_8\, l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -\,0'',000000\,(\bar{7},3670326),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_9\,[l'''\,(l^{VI2} - h^{VI2}) + 2l^{VI}h^{VI}h'''] = -\,0'',000004\,(\bar{6},5694904),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}^{'''}m^{VI})_4\,[l'''\,(l^{VI2} - h^{VI2}) + 2l^{VI}h^{VI}h'''] = 0'',000002\,(\bar{6},3552363),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{10}\,[l^{VI}(p^{VI} - p''')^2 - h^{VI}(q^{VI}(p^{VI} - p''') - p'''\,(q^{VI} - q'''))] = -\,0'',000001\,(\bar{6},0570329),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{11}\,[l^{VI}(p^{VI} - p''')^2 - h^{VI}(q^{VI}(p^{VI} - p''') - p'''\,(q^{VI} - p'''))] = -\,0'',000001\,(\bar{6},0755259),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{12}\,[l^{VI}(p^{VI} - p''')^2 - h^{VI}(q^{VI}(p^{VI} - p''') - p'''\,(q^{VI} - q)''')] = 0'',000000\,(\bar{9},9215419),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{13}\,[l'''\,((q^{VI} - q''')^2 - (p^{VI} - p''')^2) + 2h'''(p^{VI} - p''')(q^{VI} - q''')] = 0'',000000\,(\bar{8},1620589),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{14}\,[l'''\,((q^{VI} - q''')^2 - (p^{VI} - p''')^2) + 2h'''(p^{VI} - p''')(q^{VI} - q''')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},3315804),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{15}\,[l^{VI}((q^{VI} - q''')^2 + (p^{VI} - p''')^2) + 2h^{VI}(q'''p^{VI} - q^{VI}p''')] = 0'',000001\,(\bar{6},1715918),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{16}\,[l^{VI}((q^{VI} - q''')^2 + (p^{VI} - p''')^2) + 2h^{VI}(q'''p^{VI} - q^{VI}p''')] = -\,0'',000001\,(\bar{6},1802204),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}^{'''}m^{VI})\, l'''\,(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000005\,(\bar{6},7200292),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m_{,}^{'''}m^{VI}]\, l^{VI}\,(l'''^2 + h'''^2) = -\,0'',000000\,(\bar{7},4576840).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',001274$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',000015$.

Юпитеръ и Меркурій.

$$(m_{,}^{IV}m)\, l^{IV} = 0'',000007, \qquad [m_{,}^{IV}m]\, l = 0'',000000,$$

$$(m_{,}^{IV}m)_1\, l^{IV}\,[l^2 + h^2 - (q - q^{IV})^2 - (p - p^{IV})^2] = -\,0'',000000\,(\bar{9},2609838),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_4\, l^{IV}\,[l^2 + h^2 - (q - q^{IV})^2 - (p - p^{IV})^2] = 0'',000000\,(\bar{7},5211132),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_2\, l^{IV}\,(l^{IV2} + h^{IV2}) = -\,0'',000000\,(\bar{9},6240266),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_3\, l^{IV}\,(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{9},6438089),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_5\,[2l^{IV}\,(ll^{IV} + hh^{IV}) + l\,(l^{IV2} + h^{IV2})] = -\,0'',000000\,(\bar{7},7527492),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_6\,[2l^{IV}\,(ll^{IV} + hh^{IV}) + l\,(l^{IV2} + h^{IV2})] = 0'',000000\,(\bar{7},7481235),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_7\, l(l^2 + h^2) = -\,0'',000000\,(\bar{8},4801089), \quad (m_{,}^{IV}m)_8\, l(l^2 + h^2) = 0'',000000\,(\bar{8},7321549),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_9\,[l^{IV}(l^2 - h^2) + 2lhh^{IV}] = -\,0'',000000\,(\bar{8},8093515),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}^{IV}m)_4\,[l^{IV}(l^2 - h^2) + 2lhh^{IV}] = 0'',000000\,(\bar{8},5941674),$$

*

$$(m_,^{IV}m)_{10}[l(p-p^{IV})^2-h(q(p-p^{IV})-p^{IV}(q-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},8047881),$$
$$(m_,^{IV}m)_{11}[l(p-p^{IV})^2-h(q(p-p^{IV})-p^{IV}(q-q^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{7},8210140),$$
$$(m_,^{IV}m)_{12}[l(p-p^{IV})^2-h(q(p-p^{IV})-p^{IV}(q-q^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{9},6108487),$$
$$(m_,^{IV}m)_{13}[l^{IV}((q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p-p^{IV})(q-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},1601448),$$
$$(m_,^{IV}m)_{14}[l^{IV}((q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p-p^{IV})(q-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},5294763),$$
$$(m_,^{IV}m)_{15}[l((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)+2h(q^{IV}p-qp^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},3317653),$$
$$(m_,^{IV}m)_{16}[l((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)+2h(q^{IV}p-qp^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},3393290),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m)\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{9},9226058),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_,^{IV}m]\,l(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\overline{10},9608483).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000007$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Венера.

$$(m_,^{IV}m')\,l^{IV}=0'',000193,\qquad [m_,^{IV}m']\,l'=-0'',000003,$$
$$(m_,^{IV}m')_1\,l^{IV}[l'^2+h'^2-(q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2]=0'',000000\,(\bar{9},9406796),$$
$$(m_,^{IV}m')_4\,l^{IV}[l'^2+h'^2-(q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2]=-0'',000000\,(\bar{7},6659412),$$
$$(m_,^{IV}m')_2\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{7},0580192),$$
$$(m_,^{IV}m')_3\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},1242595),$$
$$(m_,^{IV}m')_5[2l^{IV}(l'l^{IV}+h'h^{IV})+l'(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000000\,(\bar{7},5571661),$$
$$(m_,^{IV}m')_6[2l^{IV}(l'l^{IV}+h'h^{IV})+l'(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000000\,(\bar{7},2389058),$$
$$(m_,^{IV}m')_7\,l'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\overline{10},1208029),$$
$$(m_,^{IV}m')_8\,l'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\overline{10},3782313),$$
$$(m_,^{IV}m')_9[l^{IV}(l'^2-h'^2)+2l'h'h^{IV}]=0'',000000\,(\bar{9},6677008),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m')_4[l^{IV}(l'^2-h'^2)+2l'h'h^{IV}]=-0'',000000\,(\bar{9},4690625),$$
$$(m_,^{IV}m')_{10}[l'(p'-p^{IV})^2-h'(q'(p'-p^{IV})-p^{IV}(q'-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},0306001),$$
$$(m_,^{IV}m')_{11}[l'(p'-p^{IV})^2-h'(q'(p'-p^{IV})-p^{IV}(q'-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},0872503),$$
$$(m_,^{IV}m')_{12}[l'(p'-p^{IV})^2-h'(q'(p'-p^{IV})-p^{IV}(q'-q^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{9},4091199),$$
$$(m_,^{IV}m')_{13}[l^{IV}((q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},9385131),$$
$$(m_,^{IV}m')_{14}[l^{IV}((q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},3111911),$$

$$(m_,^{IV}m')_{15}[l'((q'-q^{IV})^2+(p'-p^{IV})^2)+2h'(q^{IV}p'-q'p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},2637443),$$
$$(m_,^{IV}m')_{16}[l'((q'-q^{IV})^2+(p'-p^{IV})^2)+2h'(q^{IV}p'-q'p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},2906072),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m')\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},3500773),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_,^{IV}m']\,l'(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{9},5472112).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000196$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Земля.

$$(m_,^{IV}m'')\,l^{IV}=0'',000427,\qquad [m_,^{IV}m'']\,l''=-0'',000006,$$
$$(m_,^{IV}m'')_1\,l^{IV}[l''^2+h''^2-(q''-q^{IV})^2-(p''-p^{IV})^2]=0'',000000\,(\bar{9},7948952),$$
$$(m_,^{IV}m'')_4\,l^{IV}[l''^2+h''^2-(q''-q^{IV})^2-(p''-p)^{IV2}]=-0'',000000\,(\bar{7},2491454),$$
$$(m_,^{IV}m'')_2\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{7},4119123),$$
$$(m_,^{IV}m'')_3\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},5323257),$$
$$(m_,^{IV}m'')_5[2l^{IV}(l''l^{IV}+h''h^{IV})+l''(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000000\,(\bar{7},0077621),$$
$$(m_,^{IV}m'')_6[2l^{IV}(l''l^{IV}+h''h^{IV})+l''(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000000\,(\bar{9},9719424),$$
$$(m_,^{IV}m'')_7\,l''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{9},2044117),$$
$$(m_,^{IV}m'')_8\,l''(l''^2+h''^2)=-0'',000000\,(\bar{9},4686714),$$
$$(m_,^{IV}m'')_9[l^{IV}(l''^2-h''^2)+2l''h''h^{IV}]=0'',000000\,(\bar{8},8905540),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m'')_4[l^{IV}(l''^2-h''^2)+2l''h''h^{IV}]=-0'',000000\,(\bar{7},0139501),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{10}[l''(p''-p^{IV})^2-h''(q''(p''-p^{IV})-p^{IV}(q''-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{9},6803312),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{11}[l''(p''-p^{IV})^2-h''(q''(p''-p^{IV})-p^{IV}(q''-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{9},7886307),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{12}[l''(p''-p^{IV})^2-h''(q''(p''-p^{IV})-p^{IV}(q''-q^{IV}))]=0'',000000\,(\overline{10},3781362),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{13}[l^{IV}((q''-q^{IV})^2-(p''-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p''-p^{IV})(q''-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},2084535),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{14}[l^{IV}((q''-q^{IV})^2-(p''-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p''-p^{IV})(q''-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},5853350),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{15}[l''((q''-q^{IV})^2+(p''-p^{IV})^2)+2h''(q^{IV}p''-q''p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},5382020),$$
$$(m_,^{IV}m'')_{16}[l''((q''-q^{IV})^2+(p''-p^{IV})^2)+2h''(q^{IV}p''-q''p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},5906611),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m'')\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},6947519),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_,^{IV}m'']\,l''(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{9},8420168).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000435$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Марсъ.

$$(m_{,}^{IV}m''')\,l^{IV}=0'',000146, \qquad [m_{,}^{IV}m''']=0'',000093,$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_1\,l^{IV}[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{IV})^2-(p'''-p^{IV})^2]=-0'',000000\,(\bar{7},2597957),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_4\,l^{IV}[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{IV})^2-(p'''-p^{IV})^2]=0'',000002\,(\bar{6},3762088),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_2\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{8},9785433),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_3\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\bar{7},2253456),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_5[2l^{IV}(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+l'''(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000003\,(\bar{6},4574851),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_6[2l^{IV}(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+l'''(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000002\,(\bar{6},3512543),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_7\,l'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000000\,(\bar{7},9146957),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_8\,l'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000001\,(\bar{6},1976193),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_9[l^{IV}(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h^{IV}]=-0'',000000\,(\bar{7},8391880),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m''')_4[l^{IV}(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h^{IV}]=0'',000000\,(\bar{7},7190107),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{10}[l'''(p'''-p^{IV})^2-h'''(q'''(p'''-p^{IV})-p^{IV}(q'''-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},1398091),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{11}[l'''(p'''-p^{IV})^2-h'''(q'''(p'''-p^{IV})-p^{IV}(q'''-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},3918362)$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{12}[l'''(p'''-p^{IV})^2-h'''(q'''(p'''-p^{IV})-p^{IV}(q'''-q^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{8},3110578),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{13}[l^{IV}((q'''-q^{IV})^2-(p'''-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},0909713),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{14}[l^{IV}((q'''-q^{IV})^2-(p'''-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},2990938),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{15}[l'''((q'''-q^{IV})^2+(p'''-p^{IV})^2)+2h'''(q^{IV}p'''-q'''p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},7298996),$$

$$(m_{,}^{IV}m''')_{16}[l'''((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{IV})^2)+2h'''(q^{IV}p'''-q'''p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},8594941),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m''')\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},2302719),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{IV}m''']\,l'''[l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},0315185).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000053$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Сатурнъ.

$$(m_{,}^{IV}m^{V})\,l^{IV}=0'',348493, \qquad [m_{,}^{IV}m^{V}]\,l^{V}=0'',004068,$$

$$(m_{,}^{IV}m^{V})\,l^{IV}[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q^{IV})^2-(p^{V}-p^{IV})^2]=-0'',000342\,(\bar{4},9254688),$$

$$(m_{,}^{IV}m^{V})_4\,l^{IV}[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q^{IV})^2-(p^{V}-p^{IV})^2]=0'',004111\,(\bar{3},6140036),$$

$$(m_{,}^{IV}m^{V})_2\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000369\,(\bar{4},5980201),$$

$$(m_{,}^{IV}m^{V})_3\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',001412\,(\bar{3},1499480),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_5\,[2l^{IV}(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})+l^{V}(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000511\,(\bar{4},7088218),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_6\,[2l^{IV}(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})+l^{V}(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',001603\,(\bar{3},2048896),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_7\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000020\,(\bar{5},2946821),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_8\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000045\,(\bar{5},6525207),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_9\,[l^{IV}(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h^{IV}]=0'',001858\,(\bar{3},2689815),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m^{IV}_{,}m^{V})_4\,[l^{IV}(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h^{IV}]=-0'',002409\,(\bar{3},3817729),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{10}\,[l^{V}(p^{V}-p^{IV})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{IV})-p^{IV}(q^{V}-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{8},8957946),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{11}\,[l^{V}(p^{V}-p^{IV})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{IV})-p^{IV}(q^{V}-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},8039440),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{12}\,[l^{V}(p^{V}-p^{IV})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{IV})-p^{IV}(q^{V}-q^{IV}))]=0',000000\,(\bar{7},1297906),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{13}\,[l^{IV}((q^{V}-q^{IV})^2-(p^{V}-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p^{V}-p^{IV})(q^{V}-q^{IV})]=0'',000116\,(\bar{4},0634575),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{14}\,[l^{IV}((q^{V}-q^{IV})^2-(p^{V}-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p^{V}-p^{IV})(q^{V}-q^{IV})]=-0'',000311\,(\bar{4},4928440),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{15}\,[l^{V}((q^{V}-q^{IV})^2+(p^{V}-p^{IV})^2)+2h^{V}(q^{IV}p^{V}-q^{V}p^{IV})]=-0'',000128\,(\bar{4},1066390),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{16}\,[l^{V}((q^{V}-q^{IV})^2+(p^{V}-p^{IV})^2)+2h^{V}(q^{IV}p^{V}-q^{V}p^{IV})]=0'',000565\,(\bar{4},7522178),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m^{IV}_{,}m^{V})\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000404\,(\bar{4},6064652),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m^{IV}_{,}m^{V}]\,l^{V}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000005\,(\bar{6},6736896).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',344425$,

« « « третьяго порядка $=0'',002627$.

Юпитеръ и Уранъ.

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})\,l^{IV}=0'',004977,\qquad [m^{IV}m^{VI}]\,l^{VI}=-0'',001610,$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_1\,l^{IV}[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2]=-0'',000001\,(\bar{6},1122163),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_4\,l^{IV}[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2]=0'',000019\,(\bar{5},2883916),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_2\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000003\,(\bar{6},5009491),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_3\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000005\,(\bar{6},7189824),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_5\,[2l^{IV}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+l^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000060\,(\bar{5},7777151),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_6\,[2l^{IV}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+l^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000025\,(\bar{5},3911561),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_7\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000003\,(\bar{6},5439241),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_8\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000007\,(\bar{6},8222193),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_9\,[l^{IV}(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h^{IV}]=-0'',000012\,(\bar{5},0681646),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m^{IV}_{,}m^{VI})_4\,[l^{IV}(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h^{IV}]=0'',000008\,(\bar{6},9337330),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{10}[l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^{IV})-p^{IV}(q^{VI}-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},7087160),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{11}[l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})^9-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^{IV})-p^{IV}(q^{VI}-q^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{7},9246994),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{12}[l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^{IV})-p^{IV}(q^{VI}-q^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{8},7860341),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{13}[l^{IV}((q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},4737940),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{14}[l^{IV}((q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2)+2h^{IV}(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},8591607),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{15}[l^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)+2h^{VI}(q^{IV}p^{VI}-q^{VI}p^{IV})]=0'',000002\,(\bar{6},2664837),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{16}[l^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)+2h^{VI}(q^{IV}p^{VI}-q^{VI}p^{IV})]=-0'',000002\,(\bar{6},3758894),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m^{VI})\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000006\,(\bar{6},7612513),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{IV}m^{IV}]\,l^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000002\,(\bar{6},2710009).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',006587$,

« « « третьяго порядка $=-0'',00087$.

Сатурнъ и Меркурій.

$$(m_,^{V}m)\,l^{V}=0'',000000,\qquad [m_,^{V}m]\,l=0'',000000,$$

$$(m_,^{V}m)_1\,l^{V}[l^2+h^2-(q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2]=-0'',000000\,(\overline{12},0517739),$$

$$(m_,^{V}m)_4\,l^{V}[l^2+h^2-(q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2]=0'',000000\,(\overline{10},8361051),$$

$$(m_,^{V}m)_2\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\overline{11},0829160),$$

$$(m_,^{V}m)_3\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\overline{11},0888733),$$

$$(m_,^{V}m)_5[2l^{V}(ll^{V}+hh^{V})+l(l^{V2}+h^{V2})]=-0'',000000\,(\bar{8},6376223),$$

$$(m_,^{V}m)_6[2l^{V}(ll^{V}+hh^{V})+l(l^{V2}+h^{V2})]=0'',000000\,(\bar{8},6362708),$$

$$(m_,^{V}m)_7\,l(l^2+h^2)=-0'',000000\,(\bar{9},3360002),\quad (m_,^{V}m)_8\,l(l^2+h^2)=0'',000000\,(\bar{9},5407098),$$

$$(m_,^{V}m)_9[l^{V}(l^2-h^2)+2lhh^{V}]=-0'',000000\,(\bar{8},4371091),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{V}m)_4[l^{V}(l^2-h^2)+2lhh^{V}]=0'',000000\,(\bar{8},2172441),$$

$$(m_,^{V}m)_{10}[l(p^{V}-p)^2-h(q(p-p^{V})-p^{V}(q-q^{V}))]=0'',000000\,(\bar{8},5898028),$$

$$(m_,^{V}m)_{11}[l(p^{V}-p)^2-h(q(p-p^{V})-p^{V}(q-q^{V}))]=0'',000000\,(\bar{8},5946301),$$

$$(m_,^{V}m)_{12}[l(p^{V}-p)^2-h(q(p-p^{V})-p^{V}(q-q^{V}))]=-0'',000000\,(\overline{11},8610952),$$

$$(m_,^{V}m)_{13}[l^{V}((q-q^{V})^2-(p-p^{V})^2)+2h^{V}(p-p^{V})(q-q^{V})]=-0'',000000\,(\bar{9},8785178),$$

$$(m_,^{V}m)_{14}[l^{V}((q-q^{V})^2-(p-p^{V})^2)+2h^{V}(p-p^{V})(q-q^{V})]=0'',000000\,(\bar{8},2468985),$$

$$(m_,^{V}m)_{15}[l((q-q^{V})^2+(p-p^{V})^2)+2h(q^{V}p-qp^{V})]=0'',000000\,(\bar{7},4411403),$$

$$(m_,^{V}m)_{16}[l((q-p^{V})^2+(p-p^{V})^2)+2h(q^{V}p-qp^{V})]=-0'',000000\,(\bar{7},4433799),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m)\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{11},3832268),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^V,m]\,l\,(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{10},9066236).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000000$,

« « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Венера.

$$(m^V,m')\,l^V = 0'',000000, \qquad [m^V,m']\,l' = -0'',000000,$$

$$(m^V,m')_1\,l^V[l'^2+h'^2-(q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2] = 0'',000000\,(\overline{12},6402621),$$

$$(m^V,m')_4\,l^V[l'^2+h'^2-(q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2] = -0'',00000\,(\overline{10},8840055),$$

$$(m^V,m')_2\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000000\,(\overline{10},5041917),$$

$$(m^V,m')_3\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{10},5247277),$$

$$(m^V,m')_5[2l^V(l'l^V+h'h^V)+l'(l^{V2}+h^{V2})] = 0'',000000\,(\bar{8},6134504),$$

$$(m^V,m')_6[2l^V(l'l^V+h'h^V)+l'(l^{V2}+h^{V2})] = -0'',000000\,(\bar{8},6086456),$$

$$(m^V,m')_7\,l'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\overline{12},9175558),$$

$$(m^V,m')_8\,l'(l'^2+h'^2) = -0'',000000\,(\overline{11},1696855),$$

$$(m^V,m')_9[l^V(l'^2-h'^2)+2l'h'h^V] = 0'',000000\,(\bar{9},1888148),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m')_4[l^V(l'^2-h'^2)+2l'h'h^V] = -0'',000000\,(\overline{10},9738887),$$

$$(m^V,m')_{10}[l'(p'-p^V)^2-h'(q'(p'-p^V)-p^V(q'-q^V))] = 0'',000000\,(\bar{8},2475116),$$

$$(m^V,m')_{11}[l'(p'-p^V)^2-h'(q'(p'-p^V)-p^V(q'-q^V))] = 0'',000000\,(\bar{8},2642667),$$

$$(m^V,m')_{12}[l'(p'-p^V)^2-h'(q'(p'-p^V)-p^V(q'-q^V))] = -0'',000000\,(\overline{10},0704431),$$

$$(m^V,m')_{13}[l^V((q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2)+2h^V(p'-p^V)(q'-q)^V] = -0'',000000\,(\bar{8},3398743),$$

$$(m^V,m')_{14}[l^V((q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2)+2h^V(p'-p^V)(q'-q^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},6592593),$$

$$(m^V,m')_{15}[l'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)+2h'(q^Vp'-q'p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},8446633),$$

$$(m^V,m')_{16}[l'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)+2h'(q^Vp'-q'p^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},8524693),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m')\,l^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{10},8026738),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m')\,l'(l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000000\,(\overline{10},4854489).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000000$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Земля.

$$(m^V, m'') l^V = 0'',000000, \qquad [m^V, m''] l'' = -0'',000000,$$

$$(m^V, m'')_1 l^V [l''^2 + h''^2 - (q'' - q^V)^2 - (p'' - p^V)^2] = 0'',000000 (\overline{10},3738376),$$

$$(m^V, m'')_4 l^V [l''^2 + h''^2 - (q'' - q^V)^2 - (p'' - p^V)^2] = -0'',000000 (\bar{9},3393667),$$

$$(m^V, m'')_2 l^V (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000 (\overline{10},8408042),$$

$$(m^V, m'')_3 l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000 (\overline{10},8799131),$$

$$(m^V, m'')_5 [2l^V (l'' l^V + h'' h^V) + l'' (l^{V2} + h^{V2})] = 0'',000000 (\bar{8},5488112),$$

$$(m^V, m'')_6 [2l^V (l'' l^V + h'' h^V) + l'' (l^{V2} + h^{V2})] = -0'',000000 (\bar{8},5393910),$$

$$(m^V, m'')_7 l'' (l''^2 + h''^2) = 0'',000000 (\overline{11},9836595),$$

$$(m^V, m'')_8 l'' (l''^2 + h''^2) = -0'',000000 (\overline{10},2378365),$$

$$(m^V, m'')_9 [l^V (l''^2 - h''^2) + 2l'' h'' h^V] = 0'',000000 (\bar{9},8435463),$$

$$\tfrac{1}{2} (m^V, m'')_4 [l^V (l''^2 - h''^2) + 2l'' h'' h^V] = -0'',000000 (\bar{9},6349147),$$

$$(m^V, m'')_{10} [l'' (p'' - p^V)^2 - h'' (q'' (p'' - p^V) - p^V (q'' - q^V))] = 0'',000000 (\bar{8},6105235),$$

$$(m^V, m'')_{11} [l'' (p'' - p^V)^2 - h'' (q'' (p'' - p^V) - p^V (q'' - q^V))] = 0'',000000 (\bar{8},6427357),$$

$$(m^V, m'')_{12} [l'' (p'' - p^V)^2 - h'' (q'' (p'' - p^V) - p^V (q'' - q^V))] = -0'',000000 (\overline{10},6810303),$$

$$(m^V, m'')_{13} [l^V ((q'' - q^V)^2 - (p'' - p^V)^2) + 2h^V (p'' - p^V)(q'' - q^V)] = 0'',000000 (\bar{8},7706691),$$

$$(m^V, m'')_{14} [l^V ((q'' - q^V)^2 - (p'' - p^V)^2) + 2h^V (p'' - p^V)(q'' - q^V)] = -0'',000000 (\bar{7},1413299),$$

$$(m^V, m'')_{15} [l'' ((q'' - q^V)^2 + (p'' - p^V)^2) + 2h'' (q^V p'' - q'' p^V)] = 0'',000000 (\bar{8},4133895),$$

$$(m^V, m'')_{16} [l'' ((q'' - p^V)^2 + (p'' - p^V)^2) + 2h'' (q^V p'' - q'' p^V)] = -0'',000000 (\bar{8},4285056),$$

$$\tfrac{1}{2} (m^V, m'') l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000 (\bar{9},1368760),$$

$$\tfrac{1}{2} [m^V, m''] l'' (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000 (\overline{10},7704444).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000000$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Марсъ.

$$(m^V, m''') l^V = 0'',000000 (\bar{7},4443097), \qquad [m^V, m'''] l''' = 0'',000005 (\bar{6},7338998),$$

$$(m^V, m''')_1 l^V [l'''^2 + h'''^2 - (q''' - q^V)^2 - (p''' - p^{V2})] = -0'',000000 (\overline{11},8938189),$$

$$(m^V, m''')_4 l^V [l'''^2 + h'''^2 - (q''' - q^V)^2 - (p''' - p^V)^2] = 0'',000000 (\bar{9},5021167),$$

$$(m^V, m''')_2 l^V (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000 (\overline{10},3530404),$$

$$(m_,^V m''')_3\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\, (\overline{10},4389274),$$

$$(m_,^V m''')_5 [2l^V (l'''l^V + h'''h^V) + l''' (l^{V2} + h^{V2})] = -0'',000000\, (\bar{7},4258334),$$

$$(m_,^V m''')_6 [2l^V (l'''l^V + h'''h^V) + l''' (l^{V2} + h^{V2})] = 0'',000000\, (\bar{7},4024114),$$

$$(m_,^V m''')_7\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = -0'',000000\, (\bar{8},6423835),$$

$$(m_,^V m''')_8\, l''' (l'''^2 + h'''^2) = 0'',000000\, (\bar{8},9022169),$$

$$(m_,^V m''')_9 [l^V (l'''^2 - h'''^2) + 2l'''h'''h^V] = 0'',000000\, (\bar{7},2243520),$$

$$\tfrac{1}{2} (m_,''' m''')_4 [l^V (l'''^2 - h'''^2) + 2l'''h'''h^V] = -0'',000000\, (\bar{7},0331079),$$

$$(m_,^V m''')_{10} [l''' (p''' - p^V)^2 - h''' (q''' (p''' - p^V) - p^V (q''' - q^V))] = -0'',000000\, (\bar{8},8908333),$$

$$(m_,^V m''')_{11} [l''' (p''' - p^V)^2 - h''' (q''' (p''' - p^V) - p^V (q''' - q^V))] = -0'',000000\, (\bar{8},9656191),$$

$$(m_,^V m''')_{12} [l''' (p''' - p^V)^2 - h''' (q''' (p''' - p^V) - p^V (q''' - q^V))] = 0'',000000\, (\bar{9},4032371),$$

$$(m_,^V m''')_{13} [l^V ((q''' - q^V)^2 - (p''' - p^V)^2) + 2h^V (p''' - p^V)(q''' - q^V)] = 0'',000000\, (\bar{8},2486993),$$

$$(m_,^V m''')_{14} [l^V ((q''' - q^V)^2 - (p''' - p^V)^2) + 2h^V (p''' - p^V)(q''' - q^V)] = -0'',000000\, (\bar{8},6228624),$$

$$(m_,^V m''')_{15} [l''' ((q''' - q^V)^2 + (p''' - p^V)^2) + 2h''' (q^V p''' - q''' p^V)] = -0'',000000\, (\bar{7},4137499),$$

$$(m_,^V m''')_{16} [l''' ((q''' - q^V)^2 + (p''' - p^V)^2) + 2h''' (q^V p''' - q''' p^V)] = 0'',000000\, (\bar{7},4494791),$$

$$\tfrac{1}{2} (m_,^V m''')\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\, (\overline{10},6419761),$$

$$\tfrac{1}{2} [m_,^V m''']\, l''' (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\, (\bar{9},9315662).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000005$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Юпитеръ.

$$(m_,^V m^{IV})\, l^V = 0'',015372, \qquad [m_,^V m^{IV}]\, l^{IV} = 0'',562787,$$

$$(m_,^V m^{IV})_1\, l^V [l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q^V)^2 - (p^{IV} - p^V)^2] = -0'',000025\, (\bar{5},4078102),$$

$$(m_,^V m^{IV})_4\, l^V [l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q^V)^2 - (p^{IV} - p^V)^2] = 0'',000126\, (\bar{4},0963449),$$

$$(m_,^V m^{IV})_2\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000024\, (\bar{5},3759629),$$

$$(m_,^V m^{IV})_3\, l^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000085\, (\bar{5},9278898),$$

$$(m_,^V m^{IV})_5 [2l^V (l^{IV} l^V + h^{IV} h^V) + l^{IV} (l^{V2} + h^{V2})] = -0'',003442\, (\bar{3},5368754),$$

$$(m_,^V m^{IV})_6 [2l^V (l^{IV} l^V + h^{IV} h^V) + l^{IV} (l^{V2} + h^{V2})] = -0'',010788\, (\bar{2},0329432),$$

$$(m_,^V m^{IV})_7\, l^{IV} (l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',002006\, (\bar{3},3023052),$$

$$(m_,^V m^{IV})_8\, l^{IV} (l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',004572\, (\bar{3},6601438),$$

$$(m_,^V m^{IV})_9 [l^V (l^{IV2} - h^{IV2}) + 2l^{IV} h^{IV} h^V] = -0'',001585\, (\bar{3},2001482),$$

*

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m^{IV})_4[l^V(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h^V]=0'',002055\,(\bar{3},3129396),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{10}[l^{IV}(p^{IV}-p^V)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^V)-p^V(q^{IV}-q^V))]=0'',000218\,(\bar{4},3386597),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{11}[l^{IV}(p^{IV}-p^V)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^V)-p^V(q^{IV}-q^V))]=0'',001765\,(\bar{3},2468091),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{12}[l^{IV}(p^{IV}-p^V)^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^V)-p^V(q^{IV}-q^V))]=-0'',000374\,(\bar{4},5726557),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{13}[l^V((q^{IV}-q^V)^2-(p^{IV}-p^V)^2)+2h^V(p^{IV}-p^V)(q^{IV}-q^V)]=0'',000663\,(\bar{4},8218497),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{14}[l^V((q^{IV}-q^V)^2-(p^{IV}-p^V)^2)+2h^V(p^{IV}-p^V)(q^{IV}-q^V)]=-0'',001783\,(\bar{3},2512362),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{15}[l^{IV}((q^{IV}-q^V)^2+(p^{IV}-p^V)^2)+2h^{IV}(q^Vp^{IV}-q^{IV}p^V)]=-0'',000217\,(\bar{4},3374185),$$

$$(m^V_,m^{IV})_{16}[l^{IV}((q^{IV}-q^V)^2+(p^{IV}-p^V)^2)+2h^{IV}(q^Vp^{IV}-q^{IV}p^V)]=0'',000962\,(\bar{4},9829973),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m^{IV})\,l^V(l^{V2}+h^{V2})=0'',000024\,(\bar{5},3844070),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^V_,m^{IV}]\,l^{IV}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000887\,(\bar{4},9480104).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',547415$,

« « « третьяго порядка $=0'',017721$.

Сатурнъ и Уранъ.

$$(m^V_,m^{VI})\,l^V=0'',000326,\qquad [m^V_,m^{VI}]\,l^{VI}=-0'',010575,$$

$$(m^V_,m^{VI})_1\,l^V[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q^V)^2-(p^{VI}-p^V)^2]=-0'',000000\,(\bar{7},3338425),$$

$$(m^V_,m^{VI})_4\,l^V[l^{VI2}+h^{VI2}+(q^{VI}-q^V)^2-(p^{VI}-p^V)^2]=0'',000001\,(\bar{6},0771993),$$

$$(m^V_,m^{VI})_2\,l^V(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\bar{7},6285451),$$

$$(m^V_,m^{VI})_3\,l^V(l^{V2}+h^{V2})=0'',000001\,(\bar{6},1340680),$$

$$(m^V_,m^{VI})_5[2l^V(l^Vl^{VI}+h^Vh^{VI})+l^{VI}(l^{V2}+h^{V2})]=0'',000069\,(\bar{5},8388240),$$

$$(m^V_,m^{VI})_6[2l^V(l^Vl^{VI}+h^Vh^{VI})+l^{VI}(l^{V2}+h^{V2})]=-0'',000001\,(\bar{6},0695190),$$

$$(m^V_,m^{VI})_7\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000031\,(\bar{5},4986731),$$

$$(m^V_,m^{VI})_8\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000069\,(\bar{5},8397953),$$

$$(m^V_,m^{VI})_9[l^V(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h^V]=-0'',000030\,(\bar{5},4832321),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m^{VI})_4[l^V(l^{VI2}-h^{VI2})+2l^{VI}h^{VI}h^V]=0'',000035\,(\bar{5},5436274),$$

$$(m^V_,m^{VI})_{10}[l^{VI}(p^{VI}-p^V)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^V)-p^V(q^{VI}-q^V))]=-0'',000007\,(\bar{6},8802061),$$

$$(m^V_,m^{VI})_{11}[l^{VI}(p^{VI}-p^V)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^V)-p^V(q^{VI}-p^V))]=-0'',000042\,(\bar{5},6252492),$$

$$(m^V_,m^{VI})_{12}[l^{VI}(p^{VI}-p^V)^2-h^{VI}(q^{VI}(p^{VI}-p^V)-p^V(q^{VI}-q^V))]=0'',000008\,(\bar{6},8998328),$$

$$(m^V_,m^{VI})_{13}[l^V((q^{VI}-q^V)^2-(p^{VI}-p^V)^2)+2h^V(p^{VI}-p^V)(q^{VI}-q^V)]=0'',000030\,(\bar{5},4784510),$$

$$(m^V_,m^{VI})_{14}[l^V((q^{VI}-q^V)^2-(p^{VI}-p^V)^2)+2h^V(p^{VI}-p^V)(q^{VI}-q^V)]=-0'',000079\,(\bar{5},8991940),$$

$$(m_,^V m^{VI})_{15}[l^{VI}((q^{VI}-q^V)^2+(p^{VI}-p^V)^2)+2h^{VI}(q^V p^{VI}-q^{VI}p^V)]=0'',000020\,(\bar{5},2946918),$$

$$(m_,^V m^{VI})_{16}[l^{VI}((q^{VI}-q^V)^2+(p^{VI}-p^V)^2)+2h^{VI}(q^V p^{VI}-q^{VI}p^V)]=-0'',000059\,(\bar{5},7749473),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^V m^{VI})\,l^V(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{7},7115042),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^V m^{VI}]\,l^{VI}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000017\,(\bar{5},2219792).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',010901$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000059$.

Уранъ и Меркурій.

$$(m_,^{VI}m)\,l^{VI}=-0'',000000, \qquad [m_,^{VI}m]\,l=0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m)_1\,l^{VI}[l^2+h^2-(q-q^{VI})^2-(p-p^{VI})^2]=0'',000000\,(\overline{12},1173446),$$

$$(m_,^{VI}m)_4\,l^{VI}[l^2+h^2-(q-q^{VI})^2-(p-p^{VI})^2]=-0'',000000\,(\bar{9},5077650),$$

$$(m_,^{VI}m)_2\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{11},5894815),$$

$$(m_,^{VI}m)_3\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\overline{11},5909605),$$

$$(m_,^{VI}m)_5[2l^{VI}(ll^{VI}+hh^{VI})+l(l^{VI2}+h^{VI2})]=-0'',000000\,(\bar{9},8179696),$$

$$(m_,^{VI}m)_6[2l^{VI}(ll^{VI}+hh^{VI})+l(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\bar{9},8176487),$$

$$(m_,^{VI}m)_7\,l(l^2+h^2)=-0'',000000\,(\bar{9},6182411),\ (m_,^{VI}m)_8\,l(l^2+h^2)=0'',000000\,(\overline{10},1731895),$$

$$(m_,^{VI}m)_9[l^{VI}(l^2-h^2)+2lhh^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{9},5640205),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m)_4[l^{VI}(l^2-h^2)+2lhh^{VI}]=0'',000000\,(\bar{9},3426623),$$

$$(m_,^{VI}m)_{10}[l(p-p^{VI})^2-h(q(p-p^{VI})-p^{VI}(q-q^{VI}))]=-0'',000000\,(\bar{8},5901104),$$

$$(m_,^{VI}m)_{11}[l(p-p^{VI})^2-h(q(p-p^{VI})-p^{VI}(q-q^{VI}))]=-0'',000000\,(\bar{8},5913041),$$

$$(m_,^{VI}m)_{12}[l(p-p^{VI})^2-h(q(p-p^{VI})-p^{VI}(q-q^{VI}))]=0'',000000\,(\overline{11},2519477),$$

$$(m_,^{VI}m)_{13}[l^{VI}((q-q^{VI})^2-(p-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p-p^{VI})(q-q^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{11},9765054),$$

$$(m_,^{VI}m)_{14}[l^{IV}((q-q^{VI})^2-(p-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p-p^{VI})(q-q^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},3443346),$$

$$(m_,^{VI}m)_{15}[l((q-q^{VI})^2+(p-p^{VI})^2)+2h(q^{VI}p-qp^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{8},1753248),$$

$$(m_,^{VI}m)_{16}[l((q-q^{VI})^2+(p-p^{VI})^2)+2h(q^{VI}p-qp^{VI})]=0'',000000\,(\bar{8},1758743),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m)\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\overline{11},8903345),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{VI}m]\,l(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{12},3754982).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000000$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Венера.

$$(m_,^{VI}m')\,l^{VI} = -0'',000002,\qquad [m_,^{VI}m']\,l' = -0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m')_1\,l^{VI}[l'^2 + h'^2 - (q'-q^{VI})^2 - (p'-p^{VI})^2] = -0'',000000\,(\overline{12},9124000),$$

$$(m_,^{VI}m')_4\,l^{VI}[l'^2 + h'^2 - (q'-q^{VI})^2 - (p'-p^{VI})^2] = 0'',000000\,(\bar{9},7603848),$$

$$(m_,^{VI}m')_2\,l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{9},0068541),$$

$$(m_,^{VI}m')_3\,l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000000\,(\bar{9},0119931),$$

$$(m_,^{VI}m')_5\,[2l^{VI}(l'l^{VI} + h'h^{VI}) + l'(l^{VI2} + h^{VI2})] = 0'',000000\,(\bar{8},2411030),$$

$$(m_,^{VI}m')_6\,[2l^{VI}(l'l^{VI} + h'h^{VI}) + l'(l^{VI2} + h^{VI2})] = -0'',000000\,(\bar{8},2379287),$$

$$(m_,^{VI}m')_7\,l'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\overline{13},5463495),$$

$$(m_,^{VI}m')_8\,l'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\overline{13},7967753),$$

$$(m_,^{VI}m')_9\,[l^{VI}(l'^2 - h'^2) + 2l'h'h^{VI}] = -0'',000000\,(\overline{13},1255092),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')_4\,[l^{VI}(l'^2 - h'^2) + 2l'h'h^{VI}] = 0'',000000\,(\overline{14},9053645),$$

$$(m_,^{VI}m')_{10}\,[l'(p'-p^{VI})^2 - h'(q'(p'-p^{VI}) - p^{VI}(q'-q^{VI}))] = -0'',000000\,(\bar{9},9118774),$$

$$(m_,^{VI}m')_{11}\,[l'(p'-p^{VI})^2 - h'(q'(p'-p^{VI}) - p^{VI}(q'-q^{VI}))] = -0'',000000\,(\bar{9},9160452),$$

$$(m_,^{VI}m')_{12}\,[l'(p'-p^{VI})^2 - h'(q'(p'-p^{VI}) - p^{VI}(q'-q^{VI}))] = 0'',000000\,(\overline{11},1189051),$$

$$(m_,^{VI}m')_{13}\,[l^{VI}((q'-q^{VI})^2 - (p'-p^{VI})^2) + 2h^{VI}(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{9},4598790),$$

$$(m_,^{VI}m')_{14}\,[l^{VI}((q'-q^{VI})^2 - (p'-p^{VI})^2) + 2h^{VI}(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{9},8281957),$$

$$(m_,^{VI}m')_{15}\,[l'((q'-q^{VI})^2 + (p'-p^{VI})^2) + 2h'(q^{VI}p' - q'p^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{9},6754688),$$

$$(m_,^{VI}m')_{16}\,[l'((q'-q^{VI})^2 + (p'-p^{VI})^2) + 2h'(q^{VI}p' - q'p^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{9},6773729),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')\,l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000000\,(\bar{9},3072636),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{VI}m']\,l'(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000000\,(\overline{12},9641151).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000002$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Земля.

$$(m_,^{VI}m'')\,l^{VI} = -0'',000004,\qquad [m_,^{VI}m'']\,l'' = -0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m'')_1\,l^{VI}[l''^2 + h''^2 - (q''-q^{VI})^2 - (p''-p^{VI})^2] = 0'',000000\,(\overline{12},2122991),$$

$$(m_,^{VI}m'')_4\,l^{VI}[l''^2 + h''^2 - (q''-q^{VI})^2 - (p''-p)^{VI2}] = -0'',000000\,(\overline{10},7797409),$$

$$(m_,^{VI}m'')_2\,l^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{9},3383673),$$

$$(m_,^{VI}m'')_3\, l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\ (\bar{9},3481582),$$

$$(m_,^{VI}m'')_5[2l^{VI}(l''l^{VI}+h''h^{VI})+l''(l^{VI2}+h^{VI2})] = 0'',000000\ (\bar{8},4409246),$$

$$(m_,^{VI}m'')_6[2l^{VI}(l''l^{VI}+h''h^{VI})+l''(l^{VI2}+h^{VI2})] = -0'',000000\ (\bar{8},4386884),$$

$$(m_,^{VI}m'')_7\, l''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\ (\overline{12},6073702),$$

$$(m_,^{VI}m'')_8\, l''(l''^2+h''^2) = -0'',000000\ (\overline{12},8583113),$$

$$(m_,^{VI}m'')_9[l^{VI}(l''^2-h''^2)+2l''h''h^{VI}] = -0'',000000\ (\bar{9},0906525),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m'')_4[l^{VI}(l''^2-h''^2)+2l''h''h^{VI}] = 0'',000000\ (\overline{10},8720754),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{10}[l''(p''-p^{VI})^2-h''(q''(p''-p^{VI})-p^{VI}(q''-q^{VI}))] = -0'',000000\ (\bar{9},1660749),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{11}[l''(p''-p^{VI})^2-h''(q''(p''-p^{VI})-p^{VI}(q''-q^{VI}))] = -0'',000000\ (\bar{9},1740405),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{12}[l''(p''-p^{VI})^2-h''(q''(p''-p^{VI})-p^{VI}(q''-q^{VI}))] = 0'',000000\ (\overline{12},6571636),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{13}[l^{VI}((q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})] = -0'',000000\ (\overline{10},7199573),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{14}[l^{VI}((q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})] = 0'',000000\ (\bar{9},0886005),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{15}[l''((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)+2h''(q^{VI}p''-q''p^{VI})] = 0'',000000\ (\overline{10},6312089),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{16}[l''((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)+2h''(q^{VI}p''-q''p^{VI})] = -0'',000000\ (\overline{10},6349080),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m'')\, l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\ (\bar{9},6382091),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{VI}m'']\, l''(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\ (\overline{11},2371497).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000004$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Марсъ.

$$(m_,^{VI}m''')\, l^{VI} = -0'',000001, \qquad [m_,^{VI}m''']\, l''' = 0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m''')_1\, l^{VI}[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2] = 0'',000000\ (\overline{11},9964877),$$

$$(m_,^{VI}m''')_4\, l^{VI}[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2] = -0'',000000\ (\bar{8},2002737),$$

$$(m_,^{VI}m''')_2\, l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\ (\overline{10},8359620),$$

$$(m_,^{VI}m''')_3\, l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\ (\overline{10},8584546),$$

$$(m_,^{VI}m''')_5[2l^{VI}(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+l'''(l^{VI2}+h^{VI2})] = -0'',000003\ (\bar{8},9889322),$$

$$(m_,^{VI}m''')_6[2l^{VI}(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+l'''(l^{VI2}+h^{VI2})] = 0'',000002\ (\bar{8},9836305),$$

$$(m_,^{VI}m''')_7\, l'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',000000\ (\bar{9},2506119),$$

$$(m_,^{VI}m''')_8\, l'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',000001\ (\bar{9},5029602),$$

$$(m_,^{VI}m''')_9[l^{VI}(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h^{VI}] = 0'',000000\ (\bar{8},0120950),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m''')_4[l^{VI}(l'''^2-h'''^2)+2l'''h'''h^{VI}]=-0'',000000(\bar{9},7978409),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{10}[l'''(p'''-p^{VI})^2-h'''(q'''(p'''-p^{VI})-p^{VI}(q'''-q^{VI}))]=0'',000000(\bar{9},4260107),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{11}[l'''(p'''-p^{VI})^2-h'''(q'''(p'''-p^{VI})-p^{VI}(q'''-q^{VI}))]=0'',000000(\bar{9},4445137),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{12}[l'''(p'''-p^{VI})^2-h'''(q'''(p'''-p^{VI})-p^{VI}(q'''-q^{VI}))]=-0'',000000(\overline{11},2905297).$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{13}[l^{VI}((q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})]=0'',000000(\overline{11},9891493),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{14}[l^{VI}((q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})]=-0'',000000(\overline{10},1586708),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{15}[l'''((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{VI})^2)+2h'''(q^{VI}p'''-q'''p^{VI})]=-0'',000000(\bar{9},9553126),$$

$$(m_{,}^{VI}m''')_{16}[l'''((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{VI})^2)+2h'''(q^{VI}p'''-q'''p^{VI})]=0'',000000(\bar{9},9639412),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m''')\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000(\bar{9},1341912),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{VI}m''']\,l'''[l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000(\overline{10},3895916).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000001(\bar{6},0982614)$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Юпитеръ.

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})\,l^{VI}=-0'',042595,\qquad [m^{VI}m^{IV}]\,l^{IV}=0'',014855,$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_1\,l^{VI}[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q^{VI})^2-(p^{IV}-p^{VI})^2]=0'',000012(\bar{5},0750510),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_4\,l^{VI}[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q^{VI})^2-(p^{IV}-p^{VI})^2]=-0'',000178(\bar{4},2512259),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_2\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000027(\bar{5},4334407),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_3\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000045(\bar{5},6514740),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_5[2l^{VI}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+l^{IV}(l^{VI2}+h^{VI2})]=-0'',000515(\bar{4},7116464),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_6[2l^{VI}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+l^{IV}(l^{VI2}+h^{VI2})]=0'',000211(\bar{4},3250874),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_7\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000034(\bar{5},5375250),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_8\,l^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000065(\bar{5},8158202),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_9[l^{VI}(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h^{VI}]=0'',000109(\bar{4},0385282),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{IV})_4[l^{VI}(l^{IV2}-h^{IV2})+2l^{IV}h^{IV}h^{VI}]=-0'',000080(\bar{5},9040966),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{10}[l^{IV}(p^{IV}-p^{VI})^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^{VI})-p^{VI}(q^{IV}-q^{VI}))]=0'',000008(\bar{6},8950408),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{11}[l^{IV}(p^{IV}-p^{VI})^2-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^{VI})-p^{VI}(q^{IV}-q^{VI}))]=0'',000013(\bar{5},1110242),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{12}[l^{IV}(p^{IV}-p^{VI})^9-h^{IV}(q^{IV}(p^{IV}-p^{VI})-p^{VI}(q^{IV}-q^{VI}))]=-0'',000000(\bar{7},9723583),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{13}[l^{VI}((q^{IV}-q^{VI})^2-(p^{IV}-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})]=-0'',000000(\bar{7},5748273),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{14}[l^{VI}((q^{IV}-q^{VI})^2-(p^{IV}-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})]=0'',000000(\bar{7},9601940),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{15}[l^{IV}((q^{IV}-q^{VI})^2+(p^{IV}-p^{VI})^2)+2h^{IV}(q^{VI}p^{IV}-q^{IV}p^{VI})]=-0'',000016\,(\bar{5},2175338),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{16}[l^{IV}((q^{IV}-q^{VI})^2+(p^{IV}-p^{VI})^2)+2h^{IV}(q^{VI}p^{IV}-q^{IV}p^{VI})]=0'',000021\,(\bar{5},3269397),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{IV})\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000046\,(\bar{5},6652896).$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{VI}m^{IV}]\,l^{IV}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000016\,(\bar{5},2078076),$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',057450$,

« « « третьяго порядка $=0'',000784$.

Уранъ и Сатурнъ.

$$(m_{,}^{VI}m^{V})\,l^{VI}=-0'',063338,\qquad [m_{,}^{VI}m^{V}]\,l^{V}=0'',000705,$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_1\,l^{VI}[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q^{VI})^2-(p^{V}-p^{VI})^2]=0'',000082\,(\bar{5},9164211),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_4\,l^{VI}[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q^{VI})^2-(p^{V}-p^{VI})^2]=-0'',000457\,(\bar{4},6597779),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_2\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000057\,(\bar{5},7546416),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_3\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000182\,(\bar{4},2601645),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_5[2l^{VI}(l^{VI}l^{V}+h^{VI}h^{V})+l^{V}(l^{VI2}+h^{VI2})]=0'',000080\,(\bar{5},9053412),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_6[2l^{VI}(l^{VI}l^{V}+h^{VI}h^{V})+l^{V}(l^{VI2}+h^{VI2})]=-0'',000001\,(\bar{6},1360362),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_7\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000003\,(\bar{6},4846322),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_8\,l^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000007\,(\bar{6},8257544),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_9[l^{VI}(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h^{VI}]=-0'',000317\,(\bar{4},5009545),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{V})_4[l^{VI}(l^{V2}-h^{V2})+2l^{V}h^{V}h^{VI}]=0'',000364\,(\bar{4},5613498),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{10}[l^{V}(p^{V}-p^{VI})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{VI})-p^{VI}(q^{V}-q^{VI}))]=0'',000012\,(\bar{5},0820490),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{11}[l^{V}(p^{V}-p^{VI})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{VI})-p^{VI}(q^{V}-q^{VI}))]=0'',000067\,(\bar{5},8270921),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{12}[l^{V}(p^{V}-p^{VI})^2-h^{V}(q^{V}(p^{V}-p^{VI})-p^{VI}(q^{V}-q^{VI}))]=-0'',000013\,(\bar{5},1016757),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{13}[l^{VI}((q^{V}-q^{VI})^2-(p^{V}-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})]=-0'',000008\,(\bar{6},8926961),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{14}[l^{VI}((q^{V}-q^{VI})^2-(p^{V}-p^{VI})^2)+2h^{VI}(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})]=0'',000020\,(\bar{5},3134391),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{15}[l^{V}((q^{V}-q^{VI})^2+(p^{V}-p^{VI})^2)+2h^{V}(q^{VI}p^{V}-q^{V}p^{VI})]=-0'',000050\,(\bar{5},6983479),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{16}[l^{V}((q^{V}-q^{VI})^2+(p^{V}-p^{VI})^2)+2h^{V}(q^{VI}p^{V}-q^{V}p^{VI})]=0'',000151\,(\bar{4},1786034),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{V})\,l^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000069\,(\bar{5},8376007),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{VI}m^{V}]\,l^{V}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\bar{7},8844651).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',064043$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000464$.

(19). Для величинъ $\frac{dl}{dt}$, $\frac{dl'}{dt'}$ и пр., получаемъ:

Меркурій и Венера.

$$(m,m')h = 0'',576173, \qquad [m,m']h' = 0'',010012,$$
$$(m,m')_1 h[l'^2 + h'^2 - (q'-q)^2 - (p'-p)^2] = 0'',002822\,(\bar{3},4505753),$$
$$(m,m')_4 h[l'^2 + h'^2 - (q'-q)^2 - (p'-p)^2] = -0'',014126\,(\bar{2},1500446),$$
$$(m,m')_2\, h(l^2 + h^2) = -0'',011476\,(\bar{2},0598067),$$
$$(m,m')_3\, h(l^2 + h^2) = 0'',080091\,(\bar{2},9035866),$$
$$(m,m')_5[2h(ll' + hh') + h'(l^2 + h^2)] = -0'',002012\,(\bar{3},3037785),$$
$$(m,m')_6[2h(ll' + hh') + h'(l^2 + h^2)] = -0'',000478\,(\bar{4},6793179),$$
$$(m,m')_7\, h'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\bar{7},8478808),$$
$$(m,m')_8\, h'(l'^2 + h'^2) = 0'',000001\,(\bar{6},2020928),$$
$$(m,m')_9[h(h'^2 - l'^2) + 2h'l'l] = 0'',000002\,(\bar{6},4031226),$$
$$\tfrac{1}{2}(m,m')_4[h(l'^2 - h'^2) + 2h'l'l] = -0'',000003\,(\bar{6},5045217),$$
$$(m,m')_{10}[h'(q'-q)^2 - l'(p'(q'-q) - q(p'-p))] = 0'',000039\,(\bar{5},5919457),$$
$$(m,m')_{11}[h'(q'-q)^2 - l'(p'(q'-q) - q(p'-p))] = 0'',000291\,(\bar{4},4635051),$$
$$(m,m')_{12}[h'(q'-q)^2 - l'(p'(q'-q) - q(p'-p))] = -0'',000060\,(\bar{5},7791435),$$
$$(m,m')_{13}[-h((q'-q)^2 - (p'-p)^2) + 2l(p'-p)(q'-q)] = 0'',002138\,(\bar{3},3301661),$$
$$(m,m')_{14}[-h((q'-q)^2 - (p'-p)^2) + 2l(p'-p)(q'-q)] = -0'',005724\,(\bar{3},7577057),$$
$$(m,m')_{15}[h'((q'-q)^2 + (p'-p)^2) - 2l'(qp' - q'p)] = -0'',000124\,(\bar{4},0949528),$$
$$(m,m')_{16}[h'((q'-q)^2 + (p'-p)^2) - 2l'(qp' - q'p)] = 0'',000501\,(\bar{4},6998752),$$
$$\tfrac{1}{2}(m,m')h(l^2 + h^2) = 0'',012179\,(\bar{2},0856269),$$
$$\tfrac{1}{2}[m,m']h'(l^2 + h^2) = 0'',000212\,(\bar{4},3255948).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',566161$,

« « « третьяго порядка $= -0'',083265$.

Меркурій и Земля.

$$(m,m'')h = 0'',175046, \qquad [m,m'']h'' = 0'',006946,$$
$$(m,m'')_1 h[l''^2 + h''^2 - (q''-q)^2 - (p'-p)^2] = 0'',000806\,(\bar{4},9061818),$$
$$(m,m'')_4 h[l''^2 + h''^2 - (q''-q)^2 - (p''-p)^2] = -0'',006541\,(\bar{3},8156775),$$
$$(m,m'')_2\, h(l^2 + h^2) = -0'',002348\,(\bar{3},3708128),$$

$$(m,m'')_3 h(l^2+h^2) = 0'',005549\,(\bar{3},7442245),$$

$$(m,m'')_5 [2h(ll''+hh'')+h''(l^2+h^2)] = -0'',002413\,(\bar{3},3825901),$$

$$(m,m'')_6 [2h(ll''+hh'')+h''(l^2+h^2)] = 0'',001297\,(\bar{3},1131345),$$

$$(m,m'')_7 h''(l''^2+h''^2) = -0'',000002\,(\bar{6},3469242),$$

$$(m,m'')_8 h''(l''^2+h''^2) = 0'',000004\,(\bar{6},6536570),$$

$$(m,m'')_9 [h(h''^2-l''^2)+2h''l''l] = -0'',000059\,(\bar{5},7726066),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')_4 [h(h''^2-l''^2)+2h''l''l] = 0'',000053\,(\bar{5},7259824),$$

$$(m,m'')_{10} [h''(q''-q)^2 - l''(p''(q''-q)-q(p''-p))] = 0'',000159\,(\bar{4},2012070),$$

$$(m,m'')_{11} [h''(q''-q)^2 - l''(p''(q''-q)-q(p''-p))] = 0'',000441\,(\bar{4},6445567),$$

$$(m,m'')_{12} [h''(q''-q)^2 - l''(p''(q''-q)-q(p''-p))] = -0'',000058\,(\bar{5},7622762),$$

$$(m,m'')_{13} [-h((q''-q)^2-(p''-p)^2)+2l(p''-p)(q''-q)] = -0'',000822\,(\bar{4},9151357),$$

$$(m,m'')_{14} [-h((q''-q)^2-(p''-p)^2)+2l(p''-p)(q''-q)] = 0'',002075\,(\bar{3},3170595),$$

$$(m,m'')_{15} [h''((q''-q)^2+(p''-p)^2)-2l''(qp''-q''p)] = -0'',000277\,(\bar{4},4425165),$$

$$(m,m'')_{16} [h''((q''-p)^2+(p''-p)^2)-2l''(qp''-q''p)] = 0'',000489\,(\bar{4},6898157),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')h(l^2+h^2) = 0'',003700\,(\bar{3},5682261),$$

$$\tfrac{1}{2}[m,m'']h''(l^2+h^2) = 0'',000147\,(\bar{4},1668178).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',168100$,

« « « третьяго порядка $= -0'',004566$.

Меркурій и Марсъ.

$$(m,m''')h = 0'',005539, \qquad [m,m''']h''' = -0'',000381,$$

$$(m,m')_1 h[l'''^2+h'''^2-(q'''-q)^2-(p'''-p)^2] = -0'',000000\,(\bar{7},4257838),$$

$$(m,m')_4 h[l'''^2+h'''^2-(q'''-q)^2-(p'''-p)^2] = 0'',000005\,(\bar{6},7115759),$$

$$(m,m''')_2 h(l^2+h^2) = -0'',000063\,(\bar{5},8022695),$$

$$(m,m''')_3 h(l^2+h^2) = 0'',000099\,(5,9979163),$$

$$(m,m''')_5 [2h(ll'''+hh''')+h'''(l^2+h^2)] = 0'',000192\,(\bar{4},2827037),$$

$$(m,m''')_6 [2h(ll'''+hh''')+h'''(l^2+h^2)] = -0'',000162\,(\bar{4},2110196),$$

$$(m,m''')_7 h'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',000003\,(\bar{6},5139752),$$

$$(m,m''')_8 h'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',000006\,(\bar{6},7888355),$$

$$(m,m''')_9 [h(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l] = 0'',000050\,(\bar{5},7015684),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')_4[h(h'''^2 - l'''^2) + 2h'''l'''l] = -0'',000036\,(\bar{5},5565548),$$

$$(m,m''')_{10}[h'''(q'''-q)^2 - l'''(p'''(q'''-q) - q(p'''-p))] = -0'',000032\,(\bar{5},5123656),$$

$$(m,m''')_{11}[h'''(q'''-q)^2 - l'''(p'''(q'''-q) - q(p'''-p))] = -0'',000050\,(\bar{5},7017701),$$

$$(m,m''')_{12}[h'''(q'''-q)^2 - l'''(p'''(q'''-q) - q(p'''-p))] = 0'',000003\,(\bar{6},5128889),$$

$$(m,m''')_{13}[-h((q'''-q)^2 - (p'''-p)^2) + 2l(p'''-p)(q'''-q)] = -0'',000011\,(\bar{5},0395637),$$

$$(m,m''')_{14}[-h((q'''-q)^2 - (p'''-p)^2) + 2l(p'''-p)(q'''-q)] = 0'',000026\,(\bar{5},4241054),$$

$$(m,m''')_{15}[h'''((q'''-q)^2 + (p'''-p)^2) - 2l'''(qp'' - q'''p)] = 0'',000021\,(\bar{5},3200955),$$

$$(m,m''')_{16}[h'''((q'''-q)^2 + (p'''-p)^2) - 2l'''(qp''' - q'''p)] = -0'',000026\,(\bar{5},4149827),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')h(l^2 + h^2) = 0'',000012\,(\bar{5},0685610),$$

$$\tfrac{1}{2}[m,m''']h'''(l^2 + h^2) = -0'',000008\,(\bar{6},9058456).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',005920$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000047$.

Меркурій и Юпитеръ.

$$(m,m^{IV})h = 0'',316687, \qquad [m,m^{IV}]h^{IV} = 0'',001382,$$

$$(m,m^{IV})_1 h[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2] = 0'',000026\,(\bar{5},4184751),$$

$$(m,m^{IV})_4 h[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2] = -0'',004771\,(\bar{3},6786045),$$

$$(m,m^{IV})_2 h(l^2 + h^2) = -0'',003366\,(\bar{3},5271258),$$

$$(m,m^{IV})_3 h(l^2 + h^2) = 0'',003523\,(\bar{3},5469081),$$

$$(m,m^{IV})_5[2h(ll^{IV} + hh^{IV}) + h^{IV}(l^2 + h^2)] = -0'',023256\,(\bar{2},3665351),$$

$$(m,m^{IV})_6[2h(ll^{IV} + hh^{IV}) + h^{IV}(l^2 + h^2)] = 0'',023009\,(\bar{2},3619094),$$

$$(m,m^{IV})_7 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000003\,(\bar{6},4633509),$$

$$(m,m^{IV})_8 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000005\,(\bar{6},7153969),$$

$$(m,m^{IV})_9[h(h^{IV2} - l^{IV2}) + 2h^{IV}l^{IV}l] = 0'',000755\,(\bar{4},8778535),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})_4[h(h^{IV2} - l^{IV2}) + 2h^{IV}l^{IV}l] = -0'',000460\,(\bar{4},6626694),$$

$$(m,m^{IV})_{10}[h^{IV}(q^{IV}-q)^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q) - q(p^{IV}-p))] = -0'',001364\,(\bar{3},1350348),$$

$$(m,m^{IV})_{11}[h^{IV}(q^{IV}-q)^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q) - q(p^{IV}-p))] = -0'',001416\,(\bar{3},1512607),$$

$$(m,m^{IV})_{12}[h^{IV}(q^{IV}-q)^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q) - q(p^{IV}-p))] = 0'',000009\,(\bar{6},9410954),$$

$$(m,m^{IV})_{13}[-h((q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2) + 2l(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)] = 0'',000075\,(\bar{5},8735224),$$

$$(m,m^{IV})_{14}[-h((q^{IV}-q)^2 - (p^{IV}-p)^2) + 2l(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)] = -0'',000175\,(\bar{4},2428539),$$

$$(m,m^{IV})_{15}[h^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)-2l^{IV}(qp^{IV}-q^{IV}p)] = 0'',010551\ (\bar{2},0233255),$$

$$(m,m^{IV})_{16}[h^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)-2l^{IV}(qp^{IV}-q^{IV}p)] = -0'',010737\ (\bar{2},0308892),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})\,h\,(l^2+h^2) = 0'',006694\ (\bar{3},8257047),$$

$$\tfrac{1}{2}[m,m^{IV}]\,h^{IV}(l^2+h^2) = 0'',000029\ (\bar{5},4655849).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',315305$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000256$.

Меркурій и Сатурнъ.

$$(m,m^{V})\,h = 0'',015251, \qquad [m,m^{V}]\,h^{V} = 0'',000219,$$

$$(m,m^{V})_1\,h\,[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2] = 0'',000000\ (\bar{7},5539714),$$

$$(m,m^{V})_4\,h\,[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2] = -0'',000037\ (\bar{5},5644143),$$

$$(m,m^{V})_2\,h\,(l^2+h^2) = -0'',000161\ (\bar{4},2080731),$$

$$(m,m^{V})_3\,h\,(l^2+h^2) = 0'',000164\ (\bar{4},2140310),$$

$$(m,m^{V})_5\,[2h\,(ll^{V}+hh^{V})+h^{V}(l^2+h^2)] = -0'',006450\ (\bar{3},8095965),$$

$$(m,m^{V})_6\,[2h\,(ll^{V}+hh^{V})+h^{V}(l^2+h^2)] = 0'',006430\ (\bar{3},8082450),$$

$$(m,m^{V})_7\,h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000000\ (\bar{7},8408584),$$

$$(m,m^{V})_8\,h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000001\ (\bar{6},0455680),$$

$$(m,m^{V})_9\,[h\,(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l] = -0'',000061\ (\bar{5},7827989),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{V})_4\,[h\,(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l] = 0'',000006\ (\bar{6},7890456),$$

$$(m,m^{V})_{10}[h^{V}(q^{V}-q)^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q)-q\,(p^{V}-p))] = 0'',000732\ (\bar{4},8644790),$$

$$(m,m^{V})_{11}[h^{V}(q^{V}-q)^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q)-q^{V}(p^{V}-p))] = 0'',000740\ (\bar{4},8693063),$$

$$(m,m^{V})_{12}[h^{V}(q^{V}-q)^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q)-q^{V}(p^{V}-p))] = -0'',000001\ (\bar{6},1357714),$$

$$(m,m^{V})_{13}[-h\,((q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2)+2l\,(p^{V}-p)\,(q^{V}-q)] = 0'',000061\ (\bar{5},7847134),$$

$$(m,m^{V})_{14}[-h\,((q^{V}-q)^2-(p^{V}-p)^2)+2l\,(p^{V}-p)\,(q^{V}-q)] = -0'',000142\ (\bar{4},1530941),$$

$$(m,m^{V})_{15}[h^{V}((q^{V}-q)^2+(p^{V}-p)^2)-2l^{V}(qp^{V}-q^{V}p)] = -0'',000665\ (\bar{4},8229995),$$

$$(m,m^{V})_{16}[h^{V}((q^{V}-q)^2+(p^{V}-p)^2)-2l^{V}(qp^{V}-q^{V}p)] = 0'',000669\ (\bar{4},8252391),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{V})\,h\,(l^2+h^2) = 0'',000322\ (\bar{4},5083839),$$

$$\tfrac{1}{2}[m,m^{V}]\,h^{V}(l^2+h^2) = 0'',000005\ (\bar{6},6662974).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',015032$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000133$.

Меркурій и Уранъ.

$$(m,m^{VI})\,h = 0'',000367, \qquad [m,m^{VI}]\,h^{VI} = 0'',000000,$$

$$(m,m^{VI})_1\,h\,[l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q)^2 - (p^{VI} - p)^2] = 0'',000000\,(\bar{9},3564551),$$

$$(m,m^{VI})_4\,h\,[l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q)^2 - (p^{VI} - p)^2] = -\,0'',000005\,(\bar{6},7468755),$$

$$(m,m^{VI})_2\,h\,(l^2 + h^2) = -\,0'',000004\,(\bar{6},5883052),$$

$$(m,m^{VI})_3\,h\,(l^2 + h^2) = 0'',000004\,(\bar{6},5900212),$$

$$(m,m^{VI})_5\,[2h\,(ll^{VI} + hh^{VI}) + h^{VI}(l^2 + h^2)] = -\,0'',000009\,(\bar{6},9968303),$$

$$(m,m^{VI})_6\,[2h\,(ll^{VI} + hh^{VI}) + h^{VI}(l^2 + h^2) = 0'',000009\,(\bar{6},9965088),$$

$$(m,m^{VI})_7\,h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -\,0'',000000\,(\bar{8},6596256),$$

$$(m,m^{VI})_8\,h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{9},2145740),$$

$$(m,m^{VI})_9\,[h\,(h^{VI2} - l^{VI2}) + 2h^{VI}l^{VI}l] = 0'',000001\,(\bar{6},0089595),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m^{VI})_4\,[h\,(h^{VI2} - l^{VI2}) + 2h^{VI}l^{VI}l] = -\,0'',000000\,(\bar{7},7876013),$$

$$(m,m^{VI})_{10}\,[h^{VI}(q^{VI} - q)^2 - l^{VI}(p^{VI}(q^{VI} - q) - q\,(p^{VI} - p))] = 0'',000019\,(\bar{5},2801599),$$

$$(m,m^{VI})_{11}\,[h\,(q^{VI} - q)^2 - l^{VI}(p^{VI}(q^{VI} - q) - q\,(p^{VI} - p))] = 0'',000019\,(\bar{5},2813536),$$

$$(m,m^{VI})_{12}\,[h^{VI}(q^{VI} - q)^2 - l^{VI}(p^{VI}(q^{VI} - q) - q\,(p^{VI} - p))] = -\,0'',000000\,(\bar{9},9419972),$$

$$(m,m^{VI})_{13}\,[-h((q^{VI} - q)^2 - (p^{VI} - p)^2) + 2l\,(p^{VI} - p)\,(q^{VI} - q)] = -\,0'',000000\,(\bar{7},8354200),$$

$$(m,m^{IV})_{14}\,[-h\,((q^{VI} - q)^2 - (p^{VI} - p)^2) + 2l\,(p^{VI} - p)\,(q^{VI} - q)] = 0'',000001\,(\bar{6},2032492),$$

$$(m,m^{VI})_{15}\,[h^{VI}((q^{VI} - q)^2 + (p^{VI} - p)^2) - 2l^{VI}(qp^{VI} - q^{VI}p)] = -\,0'',000009\,(\bar{6},9468667),$$

$$(m,m^{VI})_{16}\,[h^{VI}((q^{VI} - q)^2 + (p^{VI} - p)^2) - 2l^{VI}(qp^{VI} - q^{VI}p)] = 0'',000009\,(\bar{6},9474162),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m^{VI})\,h\,(l^2 + h^2) = 0'',000008\,(\bar{6},8893951),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m,m^{VI}]\,h^{VI}(l^2 + h^2) = 0'',000000\,(\bar{9},9951709).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -\,0'',000367$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000003$.

Венера и Меркурій.

$$(m',m)\,h' = 0'',001526, \qquad [m',m]\,h = 0'',036279,$$

$$(m',m)_1\,h'\,[l^2 + h^2 - (q - q')^2 - (p - p')^2] = -\,0'',000047\,(\bar{5},6713104),$$

$$(m',m)_4\,h'\,[l^2 + h^2 - (q - q')^2 - (p - p')^2] = 0'',000235\,(\bar{4},3707797),$$

$$(m',m)_2\,h'\,(l'^2 + h'^2) = -\,0'',000000\,(\bar{8},5290250),$$

$$(m'_,m)_3\, h'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\bar{7},3728048),$$

$$(m'_,m)_5\,[2h'(ll'+hh')+h(l'^2+h'^2)] = -\,0'',000006\,(\bar{6},8110643),$$

$$(m'_,m)_6\,[2h'(ll'+hh')+h(l'^2+h'^2)] = 0'',000001\,(\bar{6},1865537),$$

$$(m'_,m)_7\, h(l^2+h^2) = -\,0'',002296\,(\bar{3},3610256),$$

$$(m'_,m)_8\, h(l^2+h^2) = 0'',005190\,(\bar{3},7152376),$$

$$(m'_,m)_9\,[h'(h^2-l^2)+2hll'] = -\,0'',000047\,(\bar{5},6738921),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'_,m)_4\,[h'(h^2-l^2)+2hll'] = 0'',000060\,(\bar{5},7752912),$$

$$(m'_,m)_{10}\,[h(q-q')^2-l(p(q-q')-q'(p-p'))] = 0'',000122\,(\bar{4},0879707),$$

$$(m'_,m)_{11}\,[h(q-q')^2-l(p(q-q')-q'(p-p'))] = 0'',000911\,(\bar{4},9595301),$$

$$(m'_,m)_{12}\,[h(q-q')^2-l(p(q-q')-q'(p-p'))] = -\,0'',000118\,(\bar{4},2751685),$$

$$(m'_,m)_{13}\,[-h'((q-q')^2-(p-p')^2)+2l'(p-p')(q-q')] = 0'',000015\,(\bar{5},1907542),$$

$$(m'_,m)_{14}\,[-h'((q-q')^2-(p-p')^2)+2l'(p-p')(q-q')] = -\,0'',000041\,(\bar{5},6182938),$$

$$(m'_,m)_{15}\,[h((q-q')^2+(p-p')^2)-2l(q'p-qp')] = -\,0'',000307\,(\bar{4},4871829),$$

$$(m'_,m)_{16}\,[h((q-q')^2+(p-p')^2)-2l(q'p-qp')] = 0'',001236\,(\bar{3},0921053),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'_,m)\, h'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},5548451),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'_,m]\, h(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\bar{7},9307270).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',034753$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',005322$.

Венера и Земля.

$$(m'_,m'')\,h' = 0'',036423, \qquad [m'_,m'']\,h'' = 0'',093816,$$

$$(m'_,m'')_1\, h'[l''^2+h''^2-(q''-q')^2-(p''-p')^2] = 0'',000406\,(\bar{4},6086066),$$

$$(m'_,m'')_4\, h'[l''^2+h''^2-(q''-q')^2-(p''-p')^2] = -\,0'',001444\,(\bar{3},1597886),$$

$$(m'_,m'')_2\, h'(l'^2+h'^2) = -\,0'',000002\,(\bar{6},3880588),$$

$$(m'_,m'')_3\, h'(l'^2+h'^2) = 0'',000011\,(\bar{5},0304831),$$

$$(m'_,m'')_5\,[2h'(l'l''+h'h'')+h''(l'^2+h'^2)] = -\,0'',000027\,(\bar{5},4305093),$$

$$(m'_,m'')_6\,[2h'(l'l''+h'h'')+h''(l'^2+h'^2)] = -\,0'',000051\,(\bar{5},7108683),$$

$$(m''_,m'')_7\, h''(l''^2+h''^2) = -\,0'',000813\,(\bar{4},9100494),$$

$$(m'_,m'')_8\, h''(l''^2+h''^2) = 0'',002147\,(\bar{3},3320045),$$

$$(m'_,m'')_9\,[h'(h''^2-l''^2)+2h''l''l'] = -\,0'',000018\,(\bar{5},2654224),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')_4[h'(h''^2-l''^2)+2h''l''l'] = 0'',000076\,(\bar{5},8810594),$$

$$(m',m'')_{10}[h''(q''-q')^2-l''(p''(q''-q')-q'(p''-p'))] = 0'',000009\,(\bar{6},9932837),$$

$$(m',m'')_{11}[h''(q''-q')^2-l''(p''(q''-q')-q'(p''-p'))] = 0'',000559\,(\bar{4},7471910),$$

$$(m',m'')_{12}[h''(q''-q')^2-l''(p''(q''-q')-q'(p''-p'))] = -0'',000159\,(\bar{4},2007623),$$

$$(m',m'')_{13}[-h'((q''-q')^2-(p''-p')^2)+2l'(p''-p')(q''-q')] = -0'',000177\,(\bar{4},2494377),$$

$$(m',m'')_{14}[-h'((q''-q')^2-(p''-p')^2)+2l'(p''-p')(q''-q')] = 0'',000532\,(\bar{4},7263005),$$

$$(m',m'')_{15}[h''((q''-q')^2+(p''-p')^2)-2l''(q'p''-q''p')] = -0'',000302\,(\bar{4},4807196),$$

$$(m',m'')_{16}[h''((q''-q')^2+(p''-p')^2)-2l''(q'p''-q''p')] = 0'',002641\,(\bar{3},4219068),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')h'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\bar{7},9324545),$$

$$\tfrac{1}{2}[m',m'']h''(h'^2+h'^2) = 0'',000002\,(\bar{6},3433451).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',057393$,

« « « третьяго порядка $= -0'',001048$.

Венера и Марсъ.

$$(m',m''')h' = 0'',000546, \qquad [m',m''']h''' = -0'',002537,$$

$$(m',m''')_1 h'[l'''^2+h'''^2-(q'''-q')^2-(p'''-p')^2] = -0'',000002\,(\bar{6},3661661),$$

$$(m',m''')_4 h'[l'''^2+h'''^2-(q'''-q')^2-(p'''-p')^2] = 0'',000014\,(\bar{5},1384914),$$

$$(m',m''')_2 h'(l'^2+h'^2) = -0'',000000\,(\bar{9},9963299),$$

$$(m',m''')_3 h'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},4773971),$$

$$(m',m''')_5[2h'(l'l'''+h'h''')+h'''(l'^2+h'^2)] = 0'',000001\,(\bar{5},0294237),$$

$$(m',m''')_6[2h(l'l'''+h'h'')+h'''(l'^2+h'^2)] = -0'',000000\,(\bar{7},2027559),$$

$$(m',m''')_7 h'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',000029\,(\bar{5},4607753),$$

$$(m',m''')_8 h'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',000062\,(\bar{5},7943780),$$

$$(m'',m''')_9[h'(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l'] = -0'',000000\,(\bar{7},8070532),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m''')_4[h(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l'] = 0'',000000\,(\bar{7},8446595),$$

$$(m',m''')_{10}[h'''(q'''-q')^2-l'''(p'''(q'''-q')-q'(p'''-p'))] = -0'',000005\,(\bar{6},6974657),$$

$$(m',m''')_{11}[h'''(q'''-q')^2-l'''(p'''(q'''-q')-q'(p'''-p'))] = -0'',000024\,(\bar{5},3731773),$$

$$(m',m''')_{12}[h'''(q'''-q)^2-l'''(p'(q'''-q')-q'(p'''-p'))] = 0'',000004\,(\bar{6},6205576),$$

$$(m',m''')_{13}[-h'((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2l'(p'''-p')(q'''-q')] = -0'',000000\,(\bar{7},9511463),$$

$$(m',m''')_{14}[-h'((q'''-q')^2-(p'''-p')^2)+2l'(p'''-p')(q'''-q')] = 0'',000005\,(\bar{6},6914503),$$

$$(m'_,m''')_{15}[h'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)-2l'''(q'p'''-q'''p')]=-0'',000009\,(\bar{6},9481116),$$
$$(m'_,m''')_{16}[h'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)-2l'''(q'p'''-q'''p')]=0'',000023\,(\bar{5},3681724),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'_,m''')h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{8},1084769),$$
$$\tfrac{1}{2}[m'm''']h'''[l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{8},7754103).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',003083$,

« « « третьяго порядка $=0'',000104$.

Венера и Юпитеръ.

$$(m'_,m^{IV})h'=0'',022455,\qquad [m'_,m^{IV}]h^{IV}=0'',006758,$$
$$(m'_,m^{IV})_1 h'[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q')^2-(p^{IV}-p')^2]=-0'',000000\,(\bar{7},7193688),$$
$$(m''_,m^{IV})_4 h'[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q')^2-(p^{IV}-p')^2]=0'',000028\,(\bar{5},4446304),$$
$$(m'_,m^{IV})_2 h'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{7},4303363),$$
$$(m'_,m^{IV})_3 h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{7},4965766),$$
$$(m'_,m^{IV})_5[2h'(l'l^{IV}+h'h^{IV})+h^{IV}(l'^2+h'^2)]=0'',000018\,(\bar{5},2601006),$$
$$(m'_,m^{IV})_6[2h'(l'l^{IV}+hh^{IV})+h^{IV}(l'^2+h'^2)]=-0'',000009\,(\bar{6},9418403),$$
$$(m'_,m^{IV})_7 h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000014\,(\bar{5},1610139),$$
$$(m'_,m^{IV})_8 h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000026\,(\bar{5},4184423),$$
$$(m'_,m^{IV})_9[h'(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l']=0'',000081\,(\bar{5},9083341),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'_,m^{IV})_4[h'(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l']=-0'',000051\,(\bar{5},7096956),$$
$$(m'_,m^{IV})_{10}[h^{IV}(q^{IV}-q')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q')-q'(p^{IV}-p'))]=-0'',000034\,(\bar{5},5281221),$$
$$(m'_,m^{IV})_{11}[h^{IV}(q^{IV}-q)^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q')-q'(p^{IV}-p'))]=-0'',000038\,(\bar{5},5847723),$$
$$(m'_,m^{IV})_{12}[h^{IV}(q^{IV}-q')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q)-q'(p^{IV}-p'))]=0'',000000\,(\bar{7},9066419),$$
$$(m'_,m^{IV})_{13}[-h'((q^{IV}-q')^2-(p^{IV}-p')^2)+2l'(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')]=0'',000004\,(\bar{6},5572482),$$
$$(m'_,m^{IV})_{14}[-h'((q^{IV}-q')^2-(p^{IV}-p')^2)+2l'(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')]=-0'',000008\,(\bar{6},9299262),$$
$$(m'_,m^{IV})_{15}[h^{IV}((q^{IV}-q')+(p^{IV}-p')^2)-2l^{IV}(q'p^{IV}-q^{IV}p')]=0'',000560\,(\bar{4},7485641),$$
$$(m'_,m^{IV})_{16}[h^{IV}((q^{IV}-q')^2+(p^{IV}-p')^2)-2l^{IV}(q'p^{IV}-q^{IV}p')]=-0'',000596\,(\bar{4},7754270),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'_,m^{IV})h'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{7},7223944),$$
$$\tfrac{1}{2}[m'_,m^{IV}]h^{IV}(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{7},2009042).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',015697$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000187$.

Венера и Сатурнъ.

$$(m',m^V)h' = 0'',001061, \qquad [m'm^V]h^V = 0'',001054,$$

$$(m',m^V)_1 h'[l^{V2} + h^{V2} - (q^V - q')^2 - (p^V - p')^2] = -0'',000000\,(\bar{8},6144216),$$

$$(m',m^V)_4 h'[l^{V2} + h^{V2} - (q^V - q')^2 - (p^V - p')^2] = 0'',000007\,(\bar{6},8581650),$$

$$(m',m^V)_2 h'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\bar{8},0985664),$$

$$(m',m^V)_3 h'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},1191030),$$

$$(m',m^V)_5 [2h'(l'l^V + h'h^V) + h^V(l'^2 + h'^2)] = -0'',000008\,(\bar{6},8820145),$$

$$(m',m^V)_6 [2h'(l'l^V + h'h^V) + h^V(l'^2 + h'^2)] = 0'',000007\,(\bar{6},8772091),$$

$$(m',m^V)_7 h^V(l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000003\,(\bar{6},4793830),$$

$$(m',m^V)_8 h^V(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000005\,(\bar{6},7315127),$$

$$(m',m^V)_9 [h'(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^V l^V l'] = -0'',000004\,(\bar{6},6121719),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^V)_4 [h'(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^V l^V l'] = 0'',000002\,(\bar{6},3972458),$$

$$(m',m^V)_{10} [h^V(q^V - q')^2 - l^V(p^V(q^V - q') - q'(p^V - q'))] = 0'',000099\,(\bar{5},9957527),$$

$$(m',m^V)_{11} [h^V(q^V - q')^2 - l^V(p^V(q^V - q') - q'(p^V - p'))] = 0'',000103\,(\bar{4},0126078),$$

$$(m',m^V)_{12} [h^V(q^V - q')^2 - l^V(p^V(q^V - q') - q'(p^V - p'))] = -0'',000000\,(\bar{7},8187842),$$

$$(m',m^V)_{13} [-h'((q^V - q')^2 - (p^V - p')^2) + 2l'(p^V - p')(q^V - q')] = 0'',000001\,(\bar{6},1039313),$$

$$(m',m^V)_{14} [-h'((q^V - q')^2 - (p^V - p')^2) + 2l'(p^V - p')(q^V - q')] = -0'',000003\,(\bar{6},4733163),$$

$$(m',m^V)_{15} [h^V((q^V - q')^2 + (p^V - p')^2) - 2l^V(q'p^V - q^V p')] = -0'',000091\,(\bar{5},9609469),$$

$$(m',m^V)_{16} [h^V((q^V - q')^2 + (p^V - p')^2) - 2l^V(q'p^V - q^V p')] = 0'',000093\,(\bar{5},9687529),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^V)h'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},3970491),$$

$$\tfrac{1}{2}[m',m^V]h^V(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\bar{8},3940791).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000007$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000006$.

Венера и Уранъ.

$$(m',m^{VI})h' = 0'',000025, \qquad [m',m^{VI}]h^{VI} = 0'',000002,$$

$$(m',m^{VI})_1 h'[l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q')^2 - (p^{VI} - p')^2] = -0'',000000\,(\overline{12},6350233),$$

$$(m',m^{VI})_4 h'[l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q')^2 - (p^{VI} - p')^2] = 0'',000000\,(\bar{9},4830087),$$

$$(m',m^{VI})_2 h'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\overline{10},4751328),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_3\,h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\overline{10},4802718),$$

$$m'_{,}m^{VI})_5\,[2h'(l'l^{VI}+h'h^{VI})+h^{VI}(l'^2+h'^2)]=-\,0'',000000\,(\bar{7},2954402),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_6\,[2h'(l'l^{VI}+h'h^{VI})+h^{VI}(l'^2+h'^2)]=0'',000000\,(\bar{7},2922659),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_7\,h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-\,0'',000000\,(\bar{9},6447029),$$

$$(m''_{,}m^{VI})_8\,h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(9,8950287),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_9\,[h'(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l']=0'',000000\,(\bar{8},5926374),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'_{,}m^{VI})_4\,[h'(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l')=-\,0'',000000\,(\bar{8},3724927),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{10}\,[h^{VI}(q^{VI}-q')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q')-q'(p^{VI}-p'))]=0'',000002\,(\bar{6},3327344),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{11}\,[h^{VI}(q^{VI}-q')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q')-q'(p^{VI}-p'))]=0'',000002\,(\bar{6},3369024),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{12}\,[h^{VI}(q^{VI}-q')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q')-q'(p^{VI}-p'))]=-\,0'',000000\,(\bar{9},5397621),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{13}\,[-h'((q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2)+2l'(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')]+-\,0'',000000\,(\bar{8},2842976),$$

$$(m'_{,}m^{VI}{}_{14}\,[-h'((q^{VI}-q')^2-(p^{VI}-p')^2)+2l'(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')]=0'',000000\,(\bar{8},6526143),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{15}\,[h^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{VI}-p')^2)-2l^{VI}(q'p^{VI}-q^{VI}p')=-\,0'',000001\,(\bar{6},1692052),$$

$$(m'_{,}m^{VI})_{16}\,[h^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{VI}-p')^2)-2l^{VI}(q'p^{VI}-q^{VI}p')]=0'',000001\,(\bar{6},1711093),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'_{,}m^{VI})\,h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\overline{10},7755423),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'_{,}m^{VI}]\,h^{VI}(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\overline{11},7327449).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-\,0'',000023$,

« « третьяго порядка $=0'',000000$.

Земля и Меркурій.

$$(m''_{,}m)\,h''=0'',001001,\qquad [m''_{,}m]\,h=0'',006187,$$

$$(m''_{,}m)_1\,h''\,[l^2+h^2-(q-q'')^2-(p-p)^2]=-\,0'',000009\,(\bar{6},9651343),$$

$$(m''_{,}m)_4\,h''\,[l^2+h^2-(q-q'')^2-(p-p'')^2]=0'',000075\,(\bar{5},8746300),$$

$$(m''_{,}m)_2\,h''\,(l''^2+h''^2)=-\,0'',000000\,(\bar{8},9895630),$$

$$(m''_{,}m)_3\,h''\,(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{7},3629747),$$

$$(m''_{,}m)_5\,[2h''(ll''+hh'')+h(l''^2+h''^2)]=-\,0'',000015\,(\bar{5},1698906),$$

$$(m''_{,}m)_6\,[2h''(ll''+hh'')+h(l''^2+h''^2)=0'',000008\,(\bar{6},9004350),$$

$$(m''_{,}m)_7\,h\,(l^2+h^2)=-\,0'',000297\,(\bar{4},4725736),$$

$$(m''_{,}m)_8\,h\,(l^2+h^2)=0'',000602\,(\bar{4},7793064),$$

$$(m''_{,}m)_9\,[h''(h^2-l^2)+2hll'']=-\,0'',000050\,(\bar{5},6967014),$$

*

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)_4[h''(h^2-l^2)+2hll'']=0'',000045\,(\bar{5},6500772),$$

$$(m'',m)_{10}[h(q-q'')^2-l(p(q-q'')-q''(p-p''))]=0'',000086\,(\bar{5},9329911),$$

$$(m'',m)_{11}[h(q-q'')^2-l(p(q-q'')-q''(p-p''))]=0'',000238\,(\bar{4},3763408),$$

$$(m'',m)_{12}[h(q-q'')^2-l(p(q-q'')-q''(p-p''))]=-0'',000031\,(\bar{5},4940603),$$

$$(m'',m)_{13}[-h''((q-q'')^2-(p-p'')^2)+2l''(p-p'')(q-q'')]=0'',000002\,(\bar{6},3412043),$$

$$(m'',m)_{14}[-h''((q-q'')^2-(p-p'')^2)+2l''(p-p'')(q-q'')]=-0'',000005\,(\bar{6},7431281),$$

$$(m'',m)_{15}[h((q-q'')^2+(p-p'')^2)-2l(q''p-qp'')]=-0'',000247\,(\bar{4},3923108),$$

$$(m'',m)_{16}[h((q-q'')^2+(p-p'')^2)-2l(q''p-qp'')]=0'',000436\,(\bar{4},6396100),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)\,h''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{7},1869762),$$

$$\tfrac{1}{2}[m'',m]\,h(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{7},9406030).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',005096$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000362$.

Земля и Венера.

$$(m'',m')\,h''=0'',085688,\qquad [m'',m']\,h'=0'',023063,$$

$$(m'',m')_1h''[l'^2+h'^2-(q'-q'')^2-(p'-p'')^2]=0'',001024\,(\bar{3},0106488),$$

$$(m'',m')_4h''[l'^2+h'^2-(q'-q'')^2-(p'-p'')^2]=-0'',003646\,(\bar{3},5618308),$$

$$(m'',m')_2h''(l''^2+h''^2)=-0'',000034\,(\bar{5},5375881),$$

$$(m'',m')_3h''(l''^2+h''^2)=0'',000151\,(\bar{4},1800154),$$

$$(m'',m')_5[2h''(l'l''+h'h'')+h'(l''^2+h''^2)]=-0'',000053\,(\bar{5},7269374),$$

$$(m'',m')_6[2h''(l'l''+h'h'')+h'(l''^2+h''^2)]=-0'',000102\,(\bar{4},0072964),$$

$$(m'',m')_7h'(l'^2+h'^2)=-0'',000003\,(\bar{6},5225543),$$

$$(m'',m')_8h'(l'^2+h'^2)=0'',000009\,(\bar{6},9445094),$$

$$(m'',m')_9[h''(h'^2-l'^2)+2h'l'l'']=-0'',000002\,(\bar{6},3577383),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m')_4[h''(h'^2-l'^2)+2h'l'l'']=0'',000009\,(\bar{6},9733753),$$

$$(m'',m')_{10}[h'(q'-q'')^2-l'(p'(q'-q'')-q''(p'-p''))]=0'',000006\,(\bar{6},7727080),$$

$$(m'',m')_{11}[h'(q'-q'')^2-l'(p'(q'-q'')-q''(p'-p''))]=0'',000336\,(\bar{4},5266153),$$

$$(m'',m')_{12}[h'(q'-q'')^2-l'(p'(q'-q'')-q''(p'-p''))]=-0'',000095\,(\bar{5},9801866),$$

$$(m'',m')_{13}[-h''((q'-q'')^2-(p'-p'')^2)+2l''(p'-p'')(q'-q'')]=-0'',000709\,(\bar{4},8507166),$$

$$(m'',m')_{14}[-h''((q'-q'')^2-(p'-p'')^2)+2l''(p'-p'')(q'-q'')]=0'',002126\,(\bar{3},3275794),$$

$$(m'',m')_{15}\,[h'\,((q'-q'')^2+(p'-p'')^2)-2l'\,(q''p'-q'p'')]=-0'',000074\,(\bar{5},8713757),$$

$$(m'',m')_{16}\,[h'\,((q'-q'')^2+(p'-p'')^2)-2l'\,(q''p'-q'p'')]=0'',000649\,(\bar{4},8125629),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m')\,h''\,(l''^2+h''^2)=0'',000012\,(\bar{5},0819868),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'',m']\,h'\,(h''^2+h''^2)=0'',000003\,(\bar{6},5119984).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',062625$,

« « « третьяго порядка $=-0'',001099$.

Земля и Марсъ.

$$(m'',m''')\,h''=0'',004938,\qquad [m'',m''']\,h'''=-0'',009909,$$

$$(m'',m''')_1\,h''\,[l'''^2+h'''^2-(q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2]=-0'',000075\,(\bar{5},8765882),$$

$$(m'',m''')_4\,h''\,[l'''^2+h'''^2-(q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2]=0'',000294\,(\bar{4},4692293),$$

$$(m'',m''')_2\,h''\,(l''^2+h''^2)=-0'',000001\,(\bar{6},0824883),$$

$$(m'',m''')_3\,h''\,(l''^2+h''^2)=0'',000005\,(\bar{6},7059926),$$

$$(m'',m''')_5\,[2h''\,(l''l'''+h''h''')+h'''\,(l''^2+h''^2)]=0'',000020\,(\bar{5},3059317),$$

$$(m'',m''')_6\,[2h''\,(l'l'''+h'h''')+h'''\,(l''^2+h''^2)]=-0'',000026\,(\bar{5},4143821),$$

$$(m'',m''')_7\,h'''\,(l'''^2+h'''^2)=0'',000191\,(\bar{4},2803030),$$

$$(m'',m''')_8\,h'''\,(l'''^2+h'''^2)=-0'',000477\,(\bar{4},6784100),$$

$$(m'',m''')_9\,[h''\,(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l'']=0'',000042\,(\bar{5},6202180),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m''')_4\,[h''\,(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l'']=-0'',000072\,(\bar{5},8599163),$$

$$(m'',m''')_{10}\,[h'''\,(q'''-q'')^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q'')-q''\,(p'''-p''))]=-0'',000006\,(\bar{6},8179567),$$

$$(m'',m''')_{11}\,[h'''\,(q'''-q'')^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q'')-q''\,(p'''-p''))]=-0'',000157\,(\bar{4},1969459),$$

$$(m'',m''')_{12}\,[h'''\,(q'''-q'')^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q'')-q''\,(p'''-p''))]=0'',000041\,(\bar{5},6121023),$$

$$(m'',m''')_{13}\,[-h''\,((q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2)+2l''\,(p'''-p'')\,(q'''-q'')]=0'',000000\,(\bar{7},8345172),$$

$$(m'',m''')_{14}\,[-h''\,((q'''-q'')^2-(p'''-p'')^2)+2l''\,(p'''-p'')\,(q'''-q'')]=-0'',000002\,(\bar{6},2832331),$$

$$(m'',m''')_{15}\,[h'''\,((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)-2l'''\,(q''p'''-q'''p'')]=0'',000000\,(\bar{8},6644013),$$

$$(m'',m''')_{16}\,[h'''\,((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)-2l'''\,(q''p'''-q'''p'')]=-0'',000060\,(\bar{5},7803697),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m''')\,h''\,(h''^2+l''^2)=0'',000000\,(\bar{7},8426706),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'',m''']\,h'''\,(l''^2+h''^2)=-0'',000001\,(\bar{6},1451135).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',014847$,

« « « третьяго порядка $=0'',000659$.

Земля и Юпитеръ.

$$(m_{,}''m^{IV})\,h''=0'',116825,\qquad [m_{,}''m^{IV}]\,h^{IV}=0'',015679,$$
$$(m_{,}''m^{IV})_1\,h''\,[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2]=-\,0'',000012\,(\bar{5},0974777),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_4\,h''\,[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2]=0'',000356\,(\bar{4},5517279),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_2\,h''\,(l''^2+h''^2)=-\,0'',000008\,(\bar{6},9337617),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_3\,h''\,(l''^2+h''^2)=0'',000011\,(\bar{5},0541751),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_5\,[2h''\,(l''l^{IV}+h''h^{IV})+h^{IV}(l''^2+h''^2)]=-\,0'',000063\,(\bar{5},7976517),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_6\,[2h''\,(l''l^{IV}+h''h^{IV})+h^{IV}(l''^2+h''^2)]=0'',000006\,(\bar{6},7618320),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_7\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-\,0'',000034\,(\bar{5},5373045),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_8\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000063\,(\bar{5},8015642),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_9\,[h''\,(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l'']=-\,0'',000171\,(\bar{4},2342407),$$
$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}''m^{IV})_4\,[h''\,(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l'']=-\,0'',000228\,(\bar{4},3576368),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{10}\,[h^{IV}(q^{IV}-q'')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q'')-q''\,(p^{IV}-p''))]=0'',000085\,(\bar{5},9275121),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{11}\,[h^{IV}(q^{IV}-q'')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q'')-q\,(p^{IV}-p''))]=0'',000108\,(\bar{4},0358116),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{12}\,[h^{IV}(q^{IV}-q'')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q'')-q''\,(p^{IV}-p''))]=-\,0'',000004\,(\bar{6},6253171),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{13}\,[-h''((q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2)+2l''\,(p^{IV}-p'')\,(q^{IV}-q'')]=-\,0'',000049\,(\bar{5},6938116),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{14}\,[-h''\,((q^{IV}-q'')^2-(p^{IV}-p'')^2)+2l''\,(p^{IV}-p'')\,(q^{IV}-q'')]=0'',000118\,(\bar{4},0706931),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{15}\,[h^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)-2l^{IV}(q''p^{IV}-q^{IV}p'')]=-\,0'',000090\,(\bar{5},9557768),$$
$$(m_{,}''m^{IV})_{16}\,[h^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)-2l^{IV}(q''p^{IV}-q^{IV}p'')]=0'',000102\,(\bar{4},0082359),$$
$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}''m^{IV})\,h''\,(l''^2+h''^2)=0'',000016\,(\bar{5},2166013),$$
$$\tfrac{1}{2}\,[m_{,}''m^{IV}]\,h^{IV}\,(l''^2+h''^2)=0'',000002\,(\bar{6},3443860).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-\,0'',101146$,

« « « третьяго порядка $=0'',000032$.

Земля и Сатурнъ.

$$(m_{,}''m^{V})\,h''=0'',005392,\qquad [m_{,}''m^{V}]\,h^{V}=0'',002392,$$
$$(m_{,}''m^{V})_1\,h''\,[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2]=-\,0'',000001\,(\bar{6},0576823),$$
$$(m_{,}''m^{V})_4\,h''\,[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2]=0'',000010\,(\bar{5},0232116),$$
$$(m_{,}'m^{V})_2\,h''\,(l''^2+h''^2)=-\,0'',000000\,(\bar{7},5847118),$$

$$(m''_{,}m^{V})_3\, h''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},6238207),$$
$$(m''_{,}m^{V})_5\,[2h''(l''l^{V}+h''h^{V})+h^{V}(l''^2+h''^2)] = -0'',000072\,(\bar{5},8601943),$$
$$(m''_{,}m^{V})_6\,[2h''(l''l^{V}+h''h^{V})+h^{V}(l''^2+h''^2)] = 0'',000072\,(\bar{5},8507741),$$
$$(m''_{,}m^{V})_7\, h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000007\,(\bar{6},8381685),$$
$$(m''_{,}m^{V})_8\, h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000012\,(\bar{5},0923455),$$
$$(m''_{,}m^{V})_9\,[h''(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l''] = -0'',000021\,(\bar{5},3278551),$$
$$\tfrac{1}{2}(m''_{,}m^{V})_4\,[h''(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l''] = 0'',000013\,(\bar{5},1192237),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{10}\,[h^{V}(q^{V}-q'')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q'')-q''(p^{V}-p''))] = 0'',000031\,(\bar{5},4945414),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{11}\,[h^{V}(q^{V}-q'')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q'')-q^{V}(p^{V}-p''))] = 0'',000034\,(\bar{5},5267536),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{12}\,[h^{V}(q^{V}-q'')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q'')-q''(p^{V}-p''))] = -0'',000000\,(\bar{7},5650482),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{13}\,[-h''((q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2)+2l''(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')] = -0'',000006\,(\bar{6},8153587),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{14}\,[-h''((q^{V}-q'')^2-(p^{V}-p'')^2)+2l''(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')] = 0'',000015\,(\bar{5},1860195),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{15}\,[h^{V}((q^{V}-q'')^2+(p^{V}-p'')^2)-2l^{V}(q''p^{V}-q^{V}p'')] = -0'',000166\,(\bar{4},2192972),$$
$$(m''_{,}m^{V})_{16}\,[h^{V}((q^{V}-q'')^2+(p^{V}-p'')^2)-2l^{V}(q''p^{V}-q^{V}p'')] = 0'',000171\,(\bar{4},2344133),$$
$$\tfrac{1}{2}(m''_{,}m^{V})\,h''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},8807836),$$
$$\tfrac{1}{2}[m''_{,}m^{V}]\,h^{V}(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},5278518).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',003000$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000055$.

Земля и Уранъ.

$$(m''_{,}m^{VI})\,h'' = 0'',000128, \qquad [m''_{,}m^{VI}]\,h^{VI} = 0'',000005,$$
$$(m''_{,}m^{VI})_1\, h''[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2] = -0'',000000\,(\bar{9},0183979),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_4\, h''[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2] = 0'',000000\,(\bar{7},5858397),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_2\, h''(l''^2+h''^2) = -0'',000000\,(\bar{9},9561784),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_3\, h''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{9},9659693),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_5\,[2h''(l''l^{VI}+h''h^{VI})+h^{VI}(l''^2+h''^2)] = -0'',000000\,(\bar{7},9686738),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_6\,[2h''(l''l^{VI}+h''h^{VI})+h^{VI}(l''^2+h''^2)] = 0'',000000\,(\bar{7},9664376),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_7\, h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\,(\bar{9},9980975),$$
$$(m''_{,}m^{II})_8\, h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{8},2490386),$$
$$(m''_{,}m^{VI})_9\,[h''(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l''] = 0'',000000\,(\bar{7},4636091),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,''m^{VI})_4\,[h''(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l'']=-0'',000000\,(\bar{7},2450320),$$

$$(m_,''m^{VI})_{10}\,[h^{VI}(q^{VI}-q'')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q'')-q''(p^{VI}-p''))]=0'',000000\,(\bar{7},3876085),$$

$$(m_,''m^{VI})_{11}\,[h^{VI}(q^{VI}-q'')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q'')-q''(p^{VI}-p''))]=0'',000000\,(\bar{7},3965741),$$

$$(m_,''m^{VI})_{12}\,[h^{VI}(q^{VI}-q'')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q'')-q''(p^{VI}-p''))]=-0'',000000\,(\overline{10},8786972),$$

$$(m_,''m^{VI})_{13}\,[-h''((q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2)+2l''(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')]=-0'',000000\,(\bar{8},1122154),$$

$$(m_,''m^{VI})_{14}\,[-h''((q^{VI}-q'')^2-(p^{VI}-p'')^2)+2l''(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')]=0'',000000\,(\bar{8},4808586),$$

$$(m_,''m^{VI})_{15}\,[h^{VI}((q^{VI}-q'')^2+(p^{VI}-p'')^2)-2l^{VI}(q''p^{VI}-q^{VI}p'')]=-0'',000000\,(\bar{7},1353795),$$

$$(m_,''m^{VI})_{16}\,[h^{VI}((q^{VI}-q'')^2+(p^{VI}-p'')^2)-2l^{VI}(q''p^{VI}-q^{VI}p'')]=0'',000000\,(\bar{7},1390786),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,''m^{VI})\,h''(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\bar{8},2560202),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,''m^{VI}]\,h^{VI}(l''^2+h''^2)=0'',000000\,(\overline{10},8544556).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000123$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Марсъ и Меркурій.

$$(m_,'''m)\,h'''=-0'',000544,\qquad [m_,'''m]\,h=0'',000786,$$

$$(m_,'''m)_1\,h'''\,[l^2+h^2-(q-q''')^2-(p-p''')^2]=0'',000000\,(7,2545934),$$

$$(m_,'''m)_4\,h'''\,[(l^2+h^2)-(q-q''')^2-(p-p''')^2]=-0'',000003\,(\bar{6},5403855),$$

$$(m_,'''m)_2\,h'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000001\,(\bar{6},1077251),$$

$$(m_,'''m)_3\,h'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000002\,(\bar{6},3033719),$$

$$(m_,'''m)_5\,[2h'''(ll'''+hh''')+h(l'''^2+h'''^2)]=-0'',000052\,(\bar{5},7195195),$$

$$(m_,'''m)_6\,[2h'''(ll'''+hh''')+h(l'''^2+h'''^2)]=0'',000044\,(\bar{5},6478354),$$

$$(m_,'''m)_7\,h(l^2+h^2)=-0'',000033\,(\bar{5},5156776),$$

$$(m_,'''m)_8\,h(l^2+h^2)=0'',000062\,(\bar{5},7905379),$$

$$(m_,'''m)_9\,[h'''(h^2-l^2)+2hll''']=-0'',000004\,(\bar{6},6228734),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m)_4\,[h'''(h^2-l^2)+2hll''']=0'',000003\,(\bar{6},4778598),$$

$$(m_,'''m)_{10}\,[h(q-q''')^2-l(p(q-q''')-q'''(p-p'''))]=0'',000017\,(\bar{5},2204193),$$

$$(m_,'''m)_{11}\,[h(q-q''')^2-l(p(q-q''')-q'''(p-p'''))]=0'',000026\,(\bar{5},4098238),$$

$$(m_,'''m)_{12}\,[h(q-q''')^2-l(p(q-q''')-q'''(p-p'''))]=-0'',000002\,(\bar{6},2209426),$$

$$(m_,'''m)_{13}\,[-h'''((q-q''')^2-(p-p''')^2)+2l'''(p-p''')(q-q''')]=-0'',000007\,(\bar{6},8519679),$$

$$(m_,'''m)_{14}\,[-h((q-q''')^2-(p-p''')^2)+2l'''(p-p''')(q-q''')]=0'',000017\,(\bar{5},2365096),$$

$$(m_{,}'''m)_{15}[h((q-q''')^2+(p-p''')^2)-2l(q'''p-qp''')]=-0'',000041\,(\bar{5},6111230),$$

$$(m_{,}'''m)_{16}[h((q-q''')^2+(p-p''')^2)-2l(q'''p-qp''')]=0'',000051\,(\bar{5},7060102),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m)h'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000002\,(\bar{6},3740166),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}'''m]h(l'''^2+h'''^2)=0'',000003\,(\bar{6},5332792),$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',001330$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000054$.

Марсъ и Венера.

$$(m_{,}'''m')h'''=-0,020266, \qquad [m_{,}'''m']h'=0'',001444,$$

$$(m_{,}'''m')_1 h'''[l'^2+h'^2-(q'-q''')^2-(p'-p''')^2]=-0'',000012\,(\bar{5},0953755),$$

$$(m_{,}'''m')_4 h'''[l'^2+h'^2-(q'-q''')^2-(p'-p''')^2]=0'',000074\,(\bar{5},8677008),$$

$$(m_{,}'''m')_2 h'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000068\,(\bar{5},8325679),$$

$$(m_{,}'''m')_3 h'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000206\,(\bar{4},3136351),$$

$$(m_{,}'''m')_5[2h'''(l'l'''+h'h''')+h'(l'''^2+h'''^2)]=-0'',000057\,(\bar{5},7601865),$$

$$(m_{,}'''m')_6[2h'''(l'l'''+h'k''')+h'(l'''^2+h'''^2)]=0'',000008\,(\bar{6},9335187),$$

$$(m_{,}'''m')_7 h'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\bar{8},9493335),$$

$$(m_{,}'''m')_8 h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\bar{7},2829362),$$

$$(m_{,}'''m')_9[h'''(h'^2-l'^2)+2h'l'l''']=0'',000003\,(\bar{6},4826680),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m')_4[h'''(h'^2-l'^2)+2h'l'l''']=-0'',000003\,(\bar{6},5202743),$$

$$(m_{,}'''m')_{10}(h'(q'-q''')^2-l'(p'(q'-q''')-q'''(p'-p''')))]=-0'',000000\,(\bar{7},7447350),$$

$$(m_{,}'''m')_{11}[h'(q'-q''')^2-l'(p'(q'-q''')-q'''(p'-p'''))]=-0'',000003\,(\bar{6},4204466),$$

$$(m_{,}'''m')_{12}[h'(q'-q''')^2-l'(p'(q'-q''')-q'''(p'-p'''))]=0'',000000\,(\bar{7},6678269),$$

$$(m_{,}'''m')_{13}[-h'''((q'-q''')^2-(p'-p''')^2)+2l'''(p'-p''')(q'-q''')]=0'',000044\,(\bar{5},6433699),$$

$$(m_{,}'''m')_{14}[-h'''((q'-q''')^2-(p'-p''')^2)+2l'''(p'-p''')(q'-q''')]=-0'',000242\,(\bar{4},3836749),$$

$$(m_{,}'''m')_{15}[h'((q'-q''')^2+(p'-p''')^2)-2l'(q'''p'-q'p''')]=-0'',000006\,(\bar{6},7694942),$$

$$(m_{,}'''m')_{16}[h'((q'-q''')^2+(p'-p''')^2)-2l'(q'''p'-q'p''')]=0'',000015\,(\bar{5},1895550),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m')(h'''^2+h'''^2)=-0'',000088\,(\bar{5},9447149),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}'''m']h'(l'''^2+h'''^2)=0'',000005\,(\bar{6},7977123),$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',021710$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000204$.

Марсъ и Земля.

$$(m_,'''m'')h''' = -0'',077881, \qquad [m_,'''m'']h'' = 0'',022952,$$

$$(m_,'''m'')_1 h''' [l''^2 + h''^2 - (q'' - q''')^2 - (p'' - p''')^2] = -0'',000118\,(\bar{4},0737364),$$

$$(m_,'''m'')_4 h''' [l''^2 + h''^2 - (q'' - q''')^2 - (p'' - p''')^2] = 0'',000464\,(\bar{4},6663775),$$

$$(m_,'''m'')_2 h''' (l'''^2 + h'''^2) = 0'',000588\,(\bar{4},7691935),$$

$$(m_,'''m'')_3 h''' (l'''^2 + h'''^2) = -0'',002470\,(\bar{3},3926978),$$

$$(m_,'''m'')_5 [2h''' (l''l''' + h''h''') + h'' (l'''^2 + h'''^2)] = -0'',002700\,(\bar{3},4314724),$$

$$(m_,'''m'')_6 [2h''' (l''l''' + h''h''') + h'' (l'''^2 + h'''^2)] = -0'',003467\,(\bar{3},5399228),$$

$$(m_,'''m'')_7 h'' (l''^2 + h''^2) = -0'',000143\,(\bar{4},1563556),$$

$$(m_,'''m'')_8 h'' (l''^2 + h''^2) = 0'',000358\,(\bar{4},5544628),$$

$$(m_,'''m'')_9 [h''' (h''^2 - l''^2) + 2h''l''l'''] = 0'',000077\,(\bar{5},8883094),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m'')_4 [h''' (h''^2 - l''^2) + 2h''l''l'''] = -0'',000134\,(\bar{4},1282032),$$

$$(m_,'''m'')_{10} [h'' (q'' - q''')^2 - l'' (p'' (q'' - q''') - q''' (p'' - p'''))] = 0'',000006\,(\bar{6},7621529),$$

$$(m_,'''m'')_{11} [h'' (q'' - q''')^2 - l'' (p'' (q'' - q''') - q''' (p'' - p'''))] = 0'',000138\,(\bar{4},1411419)$$

$$(m_,'''m'')_{12} [h'' (q'' - q''')^2 - l'' (p'' (q'' - q''') - q''' (p'' - p'''))] = -0'',000036\,(\bar{5},5562083),$$

$$(m_,'''m'')_{13} [-h''' ((q'' - q''')^2 - (p'' - p''')^2) + 2l''' (p'' - p''') (q'' - q''')] = -0'',000311\,(\bar{4},4924729),$$

$$(m_,'''m'')_{14} [-h''' ((q'' - q''')^2 - (p'' - p''')^2) + 2l''' (p'' - p''') (q'' - q''')] = 0'',000873\,(\bar{4},9411893),$$

$$(m_,'''m'')_{15} [h'' ((q'' - q''')^2 + (p'' - p''')^2) - 2l'' (q'''p'' - q''p''')] = -0'',000000\,(\bar{7},0291748),$$

$$(m_,'''m'')_{16} [h'' ((q'' - q''')^2 + (p'' - p''')^2) - 2l'' (q'''p'' - q''p''')] = 0'',000140\,(\bar{4},1451432),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m'') h''' (l'''^2 + h'''^2) = -0'',000338\,(\bar{4},5293758),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,'''m''] h'' (h'''^2 + l'''^2) = 0'',000099\,(\bar{5},9987617).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',100833$,

« « « третьяго порядка $= -0'',003360$.

Марсъ и Юпитеръ.

$$(m_,'''m^{IV})h''' = -0'',632247, \qquad [m_,'''m^{IV}]h^{IV} = 0'',049232,$$

$$(m_,'''m^{IV})_1 h''' [l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q''')^2 - (p^{IV} - p''')^2] = 0'',000165\,(\bar{4},2168158),$$

$$(m_,'''m^{IV})_4 h''' [l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q''')^2 - (p^{IV} - p''')^2] = -0'',001253\,(\bar{3},3332289),$$

$$(m_,'''m^{IV})_2 h''' (l'''^2 + h'''^2) = 0'',001538\,(\bar{3},1870974),$$

$$(m_{,}'''m^{IV})_3 h'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',002715\,(\bar{3},4338996),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_5[2h'''(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+h^{IV}(l'''^2+h'''^2)] = 0'',005745\,(\bar{3},7592992),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_6[2h'''(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})+h^{IV}(l'''^2+h'''^2)] = -0'',004498\,(\bar{3},6530684),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_7 h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = -0'',000116\,(\bar{4},0660288),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_8 h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000223\,(\bar{4},3489530),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_9[h'''(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l'''] = -0'',003209\,(\bar{3},5063350),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m^{IV})_4[h'''(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l'''] = 0'',002433\,(\bar{3},3861577),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{10}[h^{IV}(q^{IV}-q''')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q''')-q'''(p^{IV}-p'''))] = 0'',000536\,(\bar{4},7290191),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{11}[h^{IV}(q^{IV}-q''')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q''')-q'''(p^{IV}-p'''))] = 0'',000957\,(\bar{4},9810456),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{12}[h^{IV}(q^{IV}-q''')^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q''')-q'''(p^{IV}-p'''))] = -0'',000079\,(\bar{5},9002678),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{13}[-h'''((q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2)+2l'''(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')] = -0'',000627\,(\bar{4},7972460),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{14}[-h'''((q^{IV}-q''')^2-(p^{IV}-p''')^2)+2l'''(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')] = 0'',001012\,(\bar{3},0053685),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{15}[h^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)-2l^{IV}(q'''p^{IV}-q^{IV}p''')] = 0'',001279\,(\bar{3},1071144),$$
$$(m_{,}'''m^{IV})_{16}[h^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)-2l^{IV}(q'''p^{IV}-q^{IV}p''')] = -0'',001724\,(\bar{3},2367089),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m^{IV})h'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',002746\,(\bar{3},4388625),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_{,}'''m^{IV}]h^{IV}(l'''^2+h'''^2) = 0'',000214\,(\bar{4},3301904).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',681479$,

« « « третьяго порядка $= 0'',004188$.

Марсъ и Сатурнъ.

$$(m_{,}'''m^{V})h''' = -0'',027205, \qquad [m_{,}'''m^{V}]h^{V} = 0'',007034,$$
$$(m_{,}'''m^{V})_1 h'''[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q''')^2-(p^{V}-p''')^2] = 0'',000001\,(\bar{6},2008803),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_4 h'''[l^{V2}+h^{V2}-(q^{V}-q''')^2-(p^{V}-p''')^2] = -0'',000064\,(\bar{5},8091777),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_2 h'''(l'''^2+h'''^2) = 0'',000061\,(\bar{5},7836531),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_3 h'''(l'''^2+h'''^2) = -0'',00007\bar{4}\,(5,8695401),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_5[2h'''(l'''l^{V}+h'''h^{V})+h^{V}(l'''^2+h'''^2)] = -0'',001372\,(\bar{3},1376567),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_6[2h'''(l'''l^{V}+h'''h^{V})+h^{V}(l'''^2+h'''^2)] = 0'',001301\,(\bar{3},1142347),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_7 h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000021\,(\bar{5},3154457),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_8 h^{V}(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000038\,(\bar{5},5752790),$$
$$(m_{,}'''m^{V})_9[h'''(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l'''] = 0'',000103\,(\bar{4},0112694),$$

*

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{V})_4[h'''(h^{V2}-l^{V2})+2h^{V}l^{V}l''']=-0'',000066\,(\bar{5},8200249),$$

$$(m''',m^{V})_{10}[h^{V}(q^{V}-q''')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q''')-q'''(p^{V}-p'''))]=0'',000206\,(\bar{4},3135519),$$

$$(m''',m^{V})_{11}[h^{V}(q^{V}-q''')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q''')-q'''(p^{V}-p'''))]=0'',000244\,(\bar{4},3883377),$$

$$(m''',m^{V})_{12}[h^{V}(q^{V}-q''')^2-l^{V}(p^{V}(q^{V}-q''')-q'''(p^{V}-p'''))]=-0'',000007\,(\bar{6},8259557),$$

$$(m''',m^{V})_{13}[-h'''((q^{V}-q''')^2-(p^{V}-p''')^2)+2l'''(p^{V}-p''')(q^{V}-q''')]=0'',000026\,(\bar{5},4087516),$$

$$(m''',m^{V})_{14}[-h'''((q^{V}-q''')^2-(p^{V}-p''')^2)+2l'''(p^{V}-p''')(q^{V}-q''')]=-0'',000061\,(\bar{5},7829147),$$

$$(m''',m^{V})_{15}[h^{V}((q^{V}-q''')^2+(p^{V}-p''')^2)-2l^{V}(q'''p^{V}-q^{V}p''')]=-0'',000185\,(\bar{4},2677789),$$

$$(m''',m^{V})_{16}[h^{V}((q^{V}-q''')^2+(p^{V}-p''')^2)-2l^{V}(q'''p^{V}-q^{V}p''')]=0'',000201\,(\bar{4},3035031),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{V})h'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000118\,(\bar{4},0725888),$$

$$\tfrac{1}{2}[m''',m^{V}]h^{V}(l'''^2+h'''^2)=0'',000030\,(\bar{5},4851752).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',034239$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000525$.

Марсъ и Уранъ.

$$(m''',m^{VI})h'''=-0'',000632,\qquad [m''',m^{VI}]h^{VI}=0'',000015,$$

$$(m''',m^{VI})_1h'''[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q''')^2-(p^{VI}-p''')^2]=0'',000000\,(\bar{8},0220792),$$

$$(m''',m^{VI})_4h'''[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q''')^2-(p^{VI}-p''')^2]=-0'',000002\,(\bar{6},2258651),$$

$$(m''',m^{VI})_2h'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000001\,(\bar{6},1404782),$$

$$(m''',m^{VI})_3h'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',000001\,(\bar{6},1629708),$$

$$(m''',m^{VI})_5[2h'''(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+h^{VI}(l'''^2+h'''^2)]=-0'',000041\,(\bar{5},6181658),$$

$$(m''',m^{VI})_6[2h'''(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+h^{VI}(l'''^2+h'''^2)]=0'',000041\,(\bar{5},6128641),$$

$$(m''',m^{VI})_7h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\bar{8},4601104),$$

$$(m''',m^{II})_8h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\bar{8},7125587),$$

$$(m''',m^{VI})_9[h'''(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l''']=0'',000003\,(\bar{6},4702113),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{VI})_4[h'''(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l''']=-0'',000002\,(\bar{6},2559572),$$

$$(m''',m^{VI})_{10}[h^{VI}(q^{VI}-q''')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q''')-q'''(p^{VI}-p'''))]=0'',000000\,(\bar{7},6497528),$$

$$(m''',m^{VI})_{11}[h^{VI}(q^{VI}-q''')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q''')-q'''(p^{VI}-p'''))]=0'',000000\,(\bar{7},6682458),$$

$$(m''',m^{VI})_{12}[h^{VI}(q^{VI}-q''')^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q''')-q'''(p^{VI}-p'''))]=-0'',000000\,(\bar{9},5142618),$$

$$(m''',m^{VI})_{13}[-h'''((q^{VI}-q''')^2-(p^{VI}-p''')^2)+2l'''(p^{VI}-p''')(q^{VI}-q''')]=-0'',000000\,(7,6533136),$$

$$(m''',m^{VI})_{14}[-h'''((q^{VI}-q''')^2-(p^{VI}-p''')^2)+2l'''(p^{VI}-p''')(q^{VI}-q''')]=0'',000000\,(\bar{7},8228351),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{15}[h^{VI}((q^{VI}-q^{'''})^2+(p^{VI}-p^{'''})^2)-2l^{VI}(q^{'''}p^{VI}-q^{VI}p^{''''})]=-0'',000002\,(\bar{6},2908969),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{16}[h^{VI}((q^{VI}-q^{'''})^2+(p^{VI}-p^{'''})^2)-2l^{VI}(q^{'''}p^{VI}-q^{VI}p^{'''})]=0'',000002\,(\bar{6},2995255),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{'''}m^{VI})h^{'''}(l^{'''2}+h^{'''2})=-0'',000003\,(\bar{6},4387074),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{'''}m^{VI}]h^{VI}(l^{'''2}+h^{'''2})=0'',000000\,(\bar{8},8032001).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000647$,

« « « третьяго порядка $=-0'',000010$.

Юпитеръ и Меркурій.

$$(m_{,}^{IV}m)h^{IV}=0'',000001,\qquad [m_{,}^{IV}m]h=0'',000003,$$

$$(m_{,}^{IV}m)_1h^{IV}[l^2+h^2-(q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2]=-0'',000000\,(\overline{10},5547709),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_4h^{IV}[(l^2+h^2)-(q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2]=0'',000000\,(\bar{8},8149003),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_2h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\overline{10},9177996),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_3h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\overline{10},9375819),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_5[2h^{IV}(ll^{IV}+hh^{IV})+h(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000000\,(\bar{7},7459448),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_6[2h^{IV}(ll^{IV}+hh^{IV})+h(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000000\,(\bar{7},7413191),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_7h(l^2+h^2)=-0'',000000\,(\bar{7},0322855),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_8h(l^2+h^2)=0'',000000\,(\bar{7},2843315),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_9[h^{IV}(h^2-l^2)+2hll^{IV}]=-0'',000000\,(\bar{7},4203505),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m)_4'[h'^{V}(h^2-l^2)+2hll^{IV}]=0'',000000\,(\bar{7},2051664),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{10}[h(q-q^{IV})^2-l(p(q-q^{IV})-q^{IV}(p-p^{IV}))]=0'',000001\,(\bar{6},1778579),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{11}[h(q-q^{IV})^2-l(p(q-q^{IV})-q^{IV}(p-p^{IV}))]=0'',000001\,(\bar{6},1940838),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{12}[h(q-q^{IV})^2-l(p(q-q^{IV})-q^{IV}(p-p^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{9},9839185),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{13}[-h^{IV}((q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p-p^{IV})(q-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},7763130),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{14}[-h^{IV}((q-q^{IV})^2-(p-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p-p^{IV})(q-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},1456445),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{15}[h((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)-2l(q^{IV}p-qp^{IV})]=-0'',000002\,(\bar{6},3467629),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{16}[h((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)-2l(q^{IV}p-qp^{IV})]=0'',000002\,(\bar{6},3543266),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m)h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{9},2163785),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{IV}m]h[l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{9},5130249).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000002$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Венера.

$$(m_{,}^{IV}m')\,h^{IV}=0'',000038,\qquad [m_{,}^{IV}m']\,h'=0'',000004,$$
$$(m_{,}^{IV}m')_1\,h^{IV}[l'^2+h'^2-(q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2]=0'',000000\,(\bar{9},2343363),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_4\,h^{IV}[l'^2+h'^2-(q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2]=-0'',000000\,(\bar{8},9595979),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_2\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{8},3517919),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_3\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{8},4180322),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_5\,[2h^{IV}(l'l^{IV}+h'h^{IV})+h'(l^{IV2}+h^{IV2})]=-0'',000018\,(\bar{7},1505102),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_6\,[2h^{IV}(l'l^{IV}+hh^{IV})+h'(l^{IV2}+h^{IV2})]=0'',000000\,(\bar{8},8322499),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_7\,h'(l'^2+h'^2)=-0'',000000\,(\overline{10},2168037),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_8\,h'(l'^2+h'^2)=0'',000000\,(\overline{10},4742321),$$
$$(m_{,}^{IV}m)_9\,[h^{IV}(h'^2-l'^2)+2h'l'l^{IV}]=0'',000000\,(\bar{8},0315216),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m')_4\,[h^{IV}(h'^2-l'^2)+2h'l'l^{IV}]=-0'',000000\,(\bar{9},8328833),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{10}\,[h'(q'-q^{IV})^2-l'(p'(q'-q^{IV})-q^{IV}(p'-p^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{7},1225889),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{11}\,[h'(q'-q^{IV})^2-l'(p'(q'-q^{IV})-q^{IV}(p'-p^{IV}))]=0'',000000\,(\bar{7},1792391),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{12}\,[h'(q'-q^{IV})^2-l'(p'(q'-q^{IV})-q^{IV}(p'-p^{IV}))]=-0'',000000\,(\bar{9},5011087),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{13}\,[-h^{IV}((q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},3407102),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{14}\,[-h^{IV}((q'-q^{IV})^2-(p'-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},7133882),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{15}\,[h'((q'-q^{IV})+(p'-p^{IV})^2)-2l'(q^{IV}p'-q'p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},7252264),$$
$$(m_{,}^{IV}m')_{16}\,[h'((q'-q^{IV})^2+(p'-p^{IV})^2)-2l'(q^{IV}p'-q'p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},7252264),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m')\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{8},6438500),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{IV}m']\,h'(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000000\,(\bar{9},6432120).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000034$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Земля.

$$(m_{,}^{IV}m'')\,h^{IV}=0'',000084,\qquad [m_{,}^{IV}m'']\,h''=0'',000036,$$
$$(m_{,}^{IV}m'')_1\,h''[l''^2+h''^2-(q''-q^{IV})^2-(p''-p^{IV})^2]=0'',001000\,(\bar{9},0886679),$$
$$(m_{,}^{IV}m'')_4\,h''[l''^2+h''^2-(q''-q^{IV})^2-(p''-p^{IV})^2]=-0'',000000\,(\bar{8},5429181),$$
$$(m_{,}^{IV}m'')_2\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000000\,(\bar{8},7056856),$$

$$(m_,^{IV} m'')_3 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{8},8260984),$$

$$(m_,^{IV} m'')_5 [2h^{IV}(l''l^{IV} + h''h^{IV}) + h''(l^{IV2} + h^{IV2})] = -0'',000000\,(\bar{7},9654969),$$

$$(m_,^{IV} m'')_6 [2h^{IV}(l''l^{IV} + h''h^{IV}) + h''(l^{IV2} + h^{IV2})] = 0'',000000\,(\bar{8},9296772),$$

$$(m_,^{IV} m'')_7 h''(l''^2 + h''^2) = -0'',000000\,(\bar{9},9805894),$$

$$(m_,^{IV} m'')_8 h''(l''^2 + h''^2) = 0'',000000\,(\bar{8},2448491),$$

$$(m_,^{IV} m'')_9 [h^{IV}(h''^2 - l''^2) + 2h''l''l^{IV}] = 0'',000000\,(\bar{8},0316676),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV} m'')_4 [h^{IV}(h''^2 - l''^2) + 2h''l''l^{IV}] = -0'',000000\,(\bar{8},1550637),$$

$$(m_,^{IV} m')_{10} [h''(q'' - q^{IV})^2 - l''(p''(q'' - q^{IV}) - q^{IV}(p'' - p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{9},6116154),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{11} [h''(q'' - q^{IV})^2 - l''(p''(q'' - q^{IV}) - q^{IV}(p'' - p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{9},7199149),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{12} [h''(q'' - q^{IV})^2 - l''(p''(q'' - q^{IV}) - q^{IV}(p'' - p^{IV}))] = 0'',000000\,(\overline{10},3094204),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{13} [-h^{IV}((q'' - q^{IV})^2 - (p'' - p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},2617139),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{14} [-h^{IV}((q'' - q^{IV})^2 - (p'' - p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},6385954),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{15} [h''((q'' - q^{IV})^2 + (p'' - p^{IV})^2) - 2l''(q^{IV}p'' - q''p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},3142257),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{16} [h''((q'' - q^{IV})^2 + (p'' - p^{IV})^2) - 2l''(q^{IV}p'' - q''p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},3666848),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV} m'') h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{8},9885246),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{IV} m''] h''(h^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{8},6180405).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000048$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Юпитеръ и Марсъ.

$$(m_,^{IV} m''') h^{IV} = 0'',000029, \qquad [m_,^{IV} m'''] = -0'',000048,$$

$$(m_,^{IV} m''')_1 h^{IV}[l'''^2 + h'''^2 - (q''' - q^{IV})^2 - (p''' - p^{IV})^2] = -0'',000000\,(\bar{8},5637151),$$

$$(m_,^{IV} m''')_4 h^{IV}[l'''^2 + h'''^2 - (q''' - q^{IV})^2 - (p''' - p^{IV})^2] = 0'',000000\,(\bar{7},6801282),$$

$$(m_,^{IV} m''')_2 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000000\,(\bar{8},2723160),$$

$$(m_,^{IV} m''')_3 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{8},5191183),$$

$$(m_,^{IV} m''')_5 [2h^{IV}(l'''l^{IV} + h'''h^{IV}) + h'''(l^{IV2} + h^{IV2})] = 0'',000002\,(\bar{6},2844177),$$

$$(m_,^{IV} m''')_6 [2h^{IV}(l'''l^{IV} + h'''h^{IV}) + h'''(l^{IV2} + h^{IV2})] = -0'',000001\,(\bar{6},1781869),$$

$$(m_,^{IV} m''')_7 h'''(l'''^2 + h'''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},6333739),$$

$$(m_,^{IV} m''')_8 h'''(l'''^2 + h'''^2) = -0'',000000\,(\bar{7},9162975),$$

$$(m_,^{IV} m''')_9 [h^{IV}(h'''^2 - l'''^2) + 2h'''l'''l^{IV}] = 0'',000001\,(\bar{6},1980261),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m''')_4[h^{IV}(h'''^2 - l'''^2) + 2h'''l'''l^{IV}] = -0'',000001\,(\bar{6},0778482),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{10}[h'''(q'''-q^{IV})^2 - l'''(p'''(q'''-q^{IV}) - q^{IV}(p'''-p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{7},4888720),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{11}[h'''(q'''-q^{IV})^2 - l'''(p'''(q'''-q^{IV}) - q^{IV}(p'''-p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{7},7408991),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{12}[h'''(q'''-q^{IV})^2 - l'''(p'''(q'''-q^{IV}) - q^{IV}(p'''-p^{IV}))] = 0'',000000\,(\bar{8},6601207),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{13}[-h^{IV}((q'''-q^{IV})^2 - (p'''-p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},8377743),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{14}[-h^{IV}((q'''-q^{IV})^2 - (p'''-p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},0458968),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{15}[h'''((q'''-q^{IV})^2 + (p'''-p^{IV})^2) - 2l'''(q^{IV}p'''-q'''p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},6035564),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{16}[h'''((q'''-q^{IV})^2 + (p'''-p^{IV})^2) - 2l'''(q^{IV}p'''-p^{IV}q''')] = 0'',000000\,(\bar{7},7331509),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m''')\,h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{8},5240446),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^{IV}_{,}m''']\,h'''(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000000\,(\bar{8},7501967).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000077$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000001$.

Юпитеръ и Сатурнъ.

$$(m^{IV}_{,}m^{V})\,h^{IV} = 0'',068543, \qquad [m^{IV}_{,}m^{V}]\,h^{V} = 0'',270676,$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_1\,h^{IV}[l^{V2} + h^{V2} - (q^{V}-q^{IV})^2 - (p^{V}-p^{IV})^2] = 0'',000010\,(\bar{5},0079858),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_4\,h^{IV}[l^{V2} + h^{V2} - (q^{V}-q^{IV})^2 - (p^{V}-p^{IV})^2] = -0'',000050\,(\bar{5},6965206),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_2\,h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000078\,(\bar{5},8917928),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_3\,h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000278\,(\bar{4},4437207),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_5[2h^{IV}(l^{IV}l^{V} + h^{IV}h^{V}) + h^{V}(l^{IV2} + h^{IV2})] = -0'',001439\,(\bar{3},1581335),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_6[2h^{IV}(l^{IV}l^{V} + h^{IV}h^{V}) + h^{V}(l^{IV2} + h^{IV2})] = -0'',004510\,(\bar{3},6542013),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_7\,h^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = -0'',001454\,(\bar{3},1627128),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_8\,h^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',003315\,(\bar{3},5205514),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_9[h^{IV}(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^{IV}l^{IV}l^{V}] = -0'',000377\,(\bar{4},5762751),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m^{V})_4[h^{IV}(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^{IV}l^{IV}l^{V}] = 0'',000489\,(\bar{4},6890665),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{10}[h^{V}(q^{V}-q^{IV})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V}-q^{IV}) - q^{IV}(p^{V}-p^{IV}))] = 0'',000007\,(\bar{6},8612453),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{11}[h^{V}(q^{V}-q^{IV})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V}-q^{IV}) - q^{IV}(p^{V}-p^{IV}))] = 0'',000059\,(\bar{5},7693947),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{12}[h^{V}(q^{V}-q^{IV})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V}-q^{IV}) - q^{IV}(p^{V}-p^{IV}))] = -0'',000012\,(\bar{5},0952413),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{13}[-h^{IV}((q^{V}-q^{IV})^2 - (p^{V}-p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p^{V}-p^{IV})(q^{V}-q^{IV})] = 0'',000211\,(\bar{4},3239157),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{14}[-h^{IV}((q^{V}-q^{IV})^2 - (p^{V}-p^{IV})^2) + 2l^{IV}(p^{V}-p^{IV})(q^{V}-q^{IV})] = -0'',000567\,(\bar{4},7533022),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{15}[h^{V}((q^{V}-q^{IV})^2+(p^{V}-p^{IV})^2)-2l^{V}(q^{IV}p^{V}-q^{V}p^{IV})] = -0'',000142\,(\bar{4},1512849),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{V})_{16}[h^{V}((q^{V}-q^{IV})^2+(p^{V}-p^{IV})^2)-2l^{V}(q^{IV}p^{V}-q^{V}p^{IV})] = 0'',000626\,(\bar{4},7968637),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m^{V})\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000079\,(\bar{5},9002379),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^{IV}_{,}m^{V}]\,h^{V}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000348\,(\bar{4},5417203).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',202133$,

« « « третьяго порядка $= -0'',010611$.

Юпитеръ и Уранъ.

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})\,h^{IV} = 0'',000979, \qquad [m^{IV}_{,}m^{VI}]\,h^{VI} = 0'',000357,$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_1\,h^{IV}[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2] = -0'',000000\,(\bar{7},4059679),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_4\,h^{IV}[l^{VI2}+h^{VI2}-(q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2] = 0'',000004\,(\bar{6},5821428),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_2\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = -0'',000000\,(\bar{7},7947218),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_3\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000001\,(\bar{6},0127551),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_5[2h^{IV}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+h^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2})] = 0'',000003\,(\bar{6},4724362),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_6[2h^{IV}(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})+h^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2})] = -0'',000001\,(\bar{6},0858772),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_7\,h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\,(\bar{7},8894402),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_8\,h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000001\,(6,1677354),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_9[h^{IV}(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l^{IV}] = 0'',000008\,(\bar{6},9312790),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m^{VI})_4[h^{IV}(h^{VI2}-l^{VI2})+2h^{VI}l^{VI}l^{IV}) = -0'',000006\,(\bar{6},7968474),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{10}[h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q^{IV})-q^{IV}(p^{VI}-p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{8},2538712),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{11}[h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q^{IV})-q^{IV}(p^{VI}-p^{IV}))] = -0'',000000\,(\bar{8},4698546),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{12}[h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})^2-l^{VI}(p^{VI}(q^{VI}-q^{IV})-q^{IV}(p^{VI}-p^{IV}))] = 0'',000000\,(\bar{9},3311893),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{13}[-h^{IV}((q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},7581054),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{14}[-h^{IV}((q^{VI}-q^{IV})^2-(p^{VI}-p^{IV})^2)+2l^{IV}(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})] = -0'',000001\,(\bar{6},1434721),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{15}[h^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)-2l^{VI}(q^{IV}p^{VI}-q^{VI}p^{IV}) = -0'',000002\,(\bar{6},3163398),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{16}[h^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)-2l^{VI}(q^{IV}p^{VI}-q^{VI}p^{IV})] = 0'',000003\,(\bar{6},4257457),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m^{VI})\,h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000001\,(\bar{6},0550240),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^{IV}_{,}m^{VI}]\,h^{VI}(l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{7},6165170).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',000622$,

« « третьяго порядка $= -0'',000000$.

Сатурнъ и Меркурій.

$$(m_,^V m)h^V = 0'',000010, \qquad [m_,^V m]h = 0'',000018,$$
$$(m_,^V m)_1 h^V[l^2 + h^2 - (q-q^V)^2 - (p-p^V)^2] = -0'',000000\,(\overline{12},8748046),$$
$$(m_,^V m)_4 h^V[l^2 + h^2 - (q-q^V)^2 - (p-p^V)^2] = 0'',000000\,(\bar{9},6591358),$$
$$(m_,^V m)_2 h^V(l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000\,(\overline{10},9059464),$$
$$(m_,^V m)_3 h^V(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{10},9119040),$$
$$(m_,^V m)_5[2h^V(ll^V + hh^V) + h(l^{V2} + h^{V2})] = -0'',000000\,(\bar{7},6236685),$$
$$(m_,^V m)_6[2h^V(ll^V + hh^V) + h(l^{V2} + h^{V2})] = 0'',000000\,(\bar{7},6223170),$$
$$(m_,^V m)_7 h(l^2 + h^2) = -0'',000000\,(\bar{9},8881768),$$
$$(m_,^V m)_8 h(l^2 + h^2) = 0'',000000\,(\bar{8},0928864),$$
$$(m_,^V m)_9[h^V(h^2 - l^2) + 2hll^V] = -0'',000000\,(\bar{8},6675325),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^V m)_4[h^V(h^2 - l^2) + 2hll^V] = 0'',000000\,(\bar{8},4476675),$$
$$(m_,^V m)_{10}[h(q-q^V)^2 - l(p(q-q^V) - q^V(p-p^V))] = -0'',000000\,(\bar{7},9476560),$$
$$(m_,^V m)_{11}[h(q-q^V)^2 - l(p(q-q^V) - q^V(p-p^V))] = -0'',000000\,(\bar{7},9524833),$$
$$(m_,^V m)_{12}[h(q-q^V)^2 - l(p(q-q^V) - q^V(p-p^V))] = 0'',000000\,(\bar{9},2189484),$$
$$(m_,^V m)_{13}[-h^V((q-q^V)^2 - (p-p^V)^2) + 2l^V(p-p^V)(q-q^V)] = 0'',000000\,(\bar{9},7028619),$$
$$(m_,^V m)_{14}[-h^V((q-q^V)^2 - (p-p^V)^2) + 2l^V(p-p^V)(q-q^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},0712426),$$
$$(m_,^V m)_{15}[h((q-q^V)^2 + (p-p^V)^2) - 2l(q^V p - qp^V)] = -0'',000000\,(\bar{7},8332660),$$
$$(m_,^V m)_{16}[h((q-q^V)^2 + (p-p^V)^2) - 2l(q^V p - qp^V)] = 0'',000000\,(\bar{7},8355056),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^V m)h^V(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{9},2062575),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_,^V m]h(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{9},4588002),$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000008$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Венера.

$$(m_,^V m')h^V = 0,000027, \qquad [m_,^V m']h' = 0'',00000,$$
$$(m_,^V m')_1 h^V[l'^2 + h'^2 - (q'-q^V)^2 - (p'-p^V)^2] = 0'',000000\,(\bar{9},7139882),$$
$$(m_,^V m')_4 h^V[l'^2 + h'^2 - (q'-q^V)^2 - (p'-p^V)^2] = -0'',000000\,(\bar{7},9577316),$$
$$(m_,^V m')_2 h^V(l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000000\,(\bar{8},3272224),$$

$$(m_{,}^{V}m')_3\, h^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{8},3477581),$$
$$(m_{,}^{V}m')_5\,[2h^V(l'l^V+h'h^V)+h'(l^{V2}+h^{V2})] = -\,0'',000000\,(\bar{7},1992962),$$
$$(m_{,}^{V}m')_6\,[2h^V(l'l^V+h'h^V)+h'(l^{V2}+h^{V2})] = 0'',000000\,(\bar{7},1944914),$$
$$(m_{,}^{V}m')_7\, h'(l'^2+h'^2) = -\,0'',000000\,(\overline{11},0135566),$$
$$(m_{,}^{V}m')_8\, h'(l'^2+h'^2) = 0'',000000\,(\overline{11},2656863),$$
$$(m_{,}^{V}m')_9\,[h^V(h'^2-l'^2)+2h'l'l^V] = -\,0'',000000\,(\overline{10},5014325),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m')_4\,[h^V(h'^2-l'^2)+2h'l'l^V] = 0'',000000\,(\overline{10},2865064),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{10}\,(h'(q'-q^V)^2-l'(p'(q'-q^V)-q^V(p'-p^V))] = 0'',000000\,(\bar{8},7752584),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{11}\,[h'(q'-q^V)^2-l'(p'(q'-q^V)-q^V(p'-p^V))] = 0'',000000\,(\bar{8},7921135),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{12}\,[h'(q'-q^V)^2-l'(p'(q'-q^V)-q^V(p'-p^V))] = -\,0'',000000\,(\overline{10},5982899),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{13}\,[-h^V((q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2)+2l^V(p'-p^V)(q'-q^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},1578585),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{14}\,[-h^V((q'-q^V)^2-(p'-p^V)^2)+2l^V(p'-p^V)(q'-q^V)] = -\,0'',000000\,(\bar{8},4772435),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{15}\,[h'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)-2l'(q^Vp'-q'p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},307919),$$
$$(m_{,}^{V}m')_{16}\,[h'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)-2l'(q^Vp'-q'p^V)] = -\,0'',000000\,(\bar{8},3151979),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m')\,h^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{8},6257145),$$
$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{V}m']\,h'(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\overline{10},5814497),$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -\,0'',000027$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Земля.

$$(m_{,}^{V}m'')\,h^V = 0'',000058, \qquad [m_{,}^{V}m'']\,h'' = 0'',000002,$$
$$(m_{,}^{V}m'')_1\,h^V[l''^2+h''^2-(q''-q^V)^2-(p''-p^V)^2] = 0'',000000\,(\bar{8},1968414),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_4\,h^V[l''^2+h''^2-(q''-q^V)^2-(p''-p^V)^2] = -\,0'',000000\,(\bar{7},1623705),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_2\,h^V(l^{V2}+h^{V2}) = -\,0'',000000\,(\bar{9},6638349),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_3\,h^V(l^{V2}+h^{V2}) = 0'',000000\,(\bar{9},7029438),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_5\,[2h^V(l''l^V+h''h^V)+h''(l^{V2}+h^{V2})] = -\,0'',000000\,(\bar{7},8867847),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_6\,[2h^V(l''l^V+h''h^V)+h''(l^{V2}+h^{V2})] = 0'',000000\,(\bar{7},8773645),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_7\,h''(l''^2+h''^2) = -\,0'',000000\,(\overline{10},7596832),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_8\,h''(l''^2+h''^2) = 0'',000000\,(\bar{9},0138602),$$
$$(m_{,}^{V}m'')_9\,[h^V(h''^2-l''^2)+2h''l''l^V] = -\,0'',000000\,(\bar{8},2853669),$$

*

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m'')_4[h^V(h''^2-l''^2)+2h''l''l^V]=0'',000000\,(\bar{8},0767353),$$

$$(m^V_,m'')_{10}[h''(q''-q^V)^2-l''(p''(q''-q^V)-q^V(p''-p^V))]=0'',000000\,(\bar{8},2155796),$$

$$(m^V_,m'')_{11}[h''(q''-q^V)^2-l''(p''(q''-q^V)-q^V(p''-p^V))]=0'',000000\,(\bar{8},2477918),$$

$$(m^V_,m'')_{12}[h''(q''-q^V)^2-l''(p''(q''-q^V)-q^V(p''-p^V))]=-0'',000000\,(\overline{10},2860864),$$

$$(m^V_,m'')_{13}[-h^V((q''-q^V)^2-(p''-p^V)^2)+2l^V(p''-p^V)(q''-q^V)]=-0'',000000\,(\bar{8},7747133),$$

$$(m^V_,m'')_{14}[-h^V((q''-q^V)^2-(p''-p^V)^2)+2l^V(p''-p^V)(q''-q^V)]=0'',000000\,(\bar{7},1453741),$$

$$(m^V_,m'')_{15}[h''((q''-q^V)^2+(p''-p^V)^2)-2l''(q^Vp''-q''p^V)]=-0'',000000\,(\bar{7},1894132),$$

$$(m^V_,m'')_{16}[h''((q''-q^V)^2+(p''-p^V)^2)-2l''(q^Vp''-q''p^V)]=0'',000000\,(\bar{7},2045293),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m'')h^V(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{8},9599067),$$

$$\tfrac{1}{2}[m^V_,m'']h''(h^{V2}+l^{V2})=0'',000000\,(\bar{9},5464691).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000056$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Сатурнъ и Марсъ.

$$(m^V_,m''')h^V=0'',000018,\qquad [m^V_,m''']h'''=-0'',000003,$$

$$(m^V_,m''')_1h^V[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^V)^2-(p'''-p^V)^2]=-0'',000000\,(\bar{9},7168496),$$

$$(m^V_,m''')_4h^V[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^V)^2-(p'''-p^V)^2]=0'',000000\,(\bar{7},3251474),$$

$$(m^V_,m''')_2h^V(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\bar{8},1760711),$$

$$(m^V_,m''')_3h^V(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{8},2619581),$$

$$(m^V_,m''')_5[2h^V(l'''l^V+h'''h^V)+h'''(l^{V2}+h^{V2})]=0'',000000\,(\bar{7},6198092),$$

$$(m^V_,m''')_6[2h^V(l'''l^V+h'''h^V)+h'''(l^{V2}+h^{V2})]=-0'',000000\,(\bar{7},5963872),$$

$$(m^V_,m''')_7h'''(l'''^2+h'''^2)=0'',000000\,(\bar{8},3610617),$$

$$(m^V_,m''')_8h'''(l'''^2+h'''^2)=-0'',00000\,(\bar{8},6208955),$$

$$(m^V_,m''')_9[h^V(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l^V]=0'',000000\,(\bar{8},0754687),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_,m''')_4[h^V(h'''^2-l'''^2)+2h'''l'''l^V]=-0'',000000\,(\bar{9},8842246),$$

$$(m^V_,m''')_{10}[h'''(q'''-q^V)^2-l'''(p'''(q'''-q^V)-q^V(p'''-p^V))]=-0'',000000\,(\bar{7},1792398),$$

$$(m^V_,m''')_{11}[h'''(q'''-q^V)^2-l'''(p'''(q'''-q^V)-q^V(p'''-p^V))]=-0'',000000\,(\bar{7},2540256),$$

$$(m^V_,m''')_{12}[h'''(q'''-q^V)^2-l'''(p'''(q'''-q^V)-q^V(p'''-p^V))]=0'',000000\,(\bar{9},6916436),$$

$$(m^V_,m''')_{13}[-h^V((q'''-q^V)^2-(p'''-p^V)^2)+2l^V(p'''-p^V)(q'''-q^V)]=0'',000000\,(\bar{8},2357976),$$

$$(m^V_,m''')_{14}[-h^V((q'''-q^V)^2-(p'''-p^V)^2)+2l^V(p'''-p^V)(q'''-q^V)]=-0'',000000\,(\bar{8},6099607),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{15}[h'''((q'''-q^{V})^2+(p'''-p^{V})^2)-2l'''(q^{V}p'''-q'''p^{V})]=-0'',000000\,(\bar{7},1468430),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{16}[h'''((q'''-q^{V})^2+(p'''-p^{V})^2)-2l'''(q^{V}p'''-q'''p^{V})]=0'',000000\,(\bar{7},1825672),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m''')h^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{8},4650068),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{V}m''']h'''(l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\bar{9},6502444).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',000021$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Сатурнъ и Юпитеръ.

$$(m_{,}^{V}m^{IV})h^{V}=1'',022754,\qquad [m_{,}^{V}m^{IV}]h^{IV}=0'',110692,$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_1h^{V}[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q^{V})^2-(p^{IV}-p^{V})^2]=-0'',001701\,(\bar{3},2308648),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_4h^{V}[l^{IV2}+h^{IV2}-(q^{IV}-q^{V})^2-(p^{IV}-p^{V})^2]=0'',008306\,(\bar{3},9193992),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_2h^{V}(l^{V2}+h^{V2})=-0'',001581\,(\bar{3},1989926),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_3h^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',005635\,(\bar{3},7509205),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_5[2h^{V}(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})+h^{IV}(l^{V2}+h^{V2})]=-0'',002121\,(\bar{3},3264888),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_6[2h^{V}(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})+h^{IV}(l^{V2}+h^{V2})]=-0'',006646\,(\bar{3},8225566),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_7h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=-0'',000394\,(\bar{4},5960966),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_8h^{IV}(l^{IV2}+h^{IV2})=0'',000899\,(\bar{4},9539352),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_9[h^{V}(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l^{V}]=0'',003714\,(\bar{3},5698397),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m^{IV})_4[h^{V}(h^{IV2}-l^{IV2})+2h^{IV}l^{IV}l^{V}]=-0'',004815\,(\bar{3},6826311),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{10}[h^{IV}(q^{IV}-q^{V})^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q^{V})-q^{V}(p^{IV}-p^{V}))]=0'',000015\,(\bar{5},1753526),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{11}[h^{IV}(q^{IV}-q^{V})^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q^{V})-q^{V}(p^{IV}-p^{V}))]=0'',000121\,(\bar{4},0835020),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{12}[h^{IV}(q^{IV}-q^{V})^2-l^{IV}(p^{IV}(q^{IV}-q^{V})-q^{V}(p^{IV}-p^{V}))]=-0'',000026\,(\bar{5},4093486),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{13}[-h^{V}((q^{IV}-q^{V})^2-(p^{IV}-p^{V})^2)+2l^{V}(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})]=-0'',000202\,(\bar{4},3057398),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{14}[-h^{V}((q^{IV}-q^{V})^2-(p^{IV}-p^{V})^2)+2l^{V}(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})]=0'',000543\,(\bar{4},7351263),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{15}[h^{IV}((q^{IV}-q^{V})^2+(p^{IV}-p^{V})^2)-2l^{IV}(q^{V}p^{IV}-q^{IV}p^{V})]=-0'',000315\,(\bar{4},4979027),$$

$$(m_{,}^{V}m^{V})_{16}[h^{IV}((q^{IV}-q^{V})^2+(p^{IV}-p^{V})^2)-2l^{IV}(q^{V}p^{IV}-q^{IV}p^{V})]=0'',001391\,(\bar{3},1434815),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m^{IV})h^{V}(l^{V2}+h^{V2})=0'',001612\,(\bar{3},2074377),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{V}m^{IV}]h^{IV}(l^{V2}+h^{V2})=0'',000174\,(\bar{4},2417831).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=-0'',912062$,

« « « третьяго порядка $=-0'',009245$.

Сатурнъ и Уранъ.

$$(m^V_, m^{VI}) h^V = 0'',021720, \qquad [m^V_, m^{VI}] h^{VI} = 0'',002348,$$
$$(m^V_, m^{VI})_1 h^V [l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q^V)^2 - (p^{VI} - p^V)^2] = -0'',000014\,(\bar{5},1568732),$$
$$(m^V_, m^{VI})_4 h^V [l^{VI2} + h^{VI2} - (q^{VI} - q^V)^2 - (p^{VI} - p^V)^2] = 0'',000079\,(\bar{5},9002300),$$
$$(m^V_, m^{VI})_2 h^V (l^{V2} + h^{V2}) = -0'',000028\,(\bar{5},4515758),$$
$$(m^V_, m^{VI})_3 h^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000090\,(\bar{5},9570982),$$
$$(m^V_, m^{VI})_5 [2h^V (l^V l^{VI} + h^V h^{VI}) + h^{VI} (l^{V2} + h^{V2})] = -0'',000044\,(\bar{5},6439976),$$
$$(m^V_, m^{VI})_6 [2h^V (l^V l^{VI} + h^V h^{VI}) + h^{VI} (l^{V2} + h^{V2})] = 0'',000000\,(\bar{7},8746926),$$
$$(m^V_, m^{VI})_7 h^{VI} (l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000007\,(\bar{6},8441892),$$
$$(m^V_, m^{VI})_8 h^{VI} (l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000015\,(\bar{5},1853114),$$
$$(m^V_, m^{VI})_9 [h^V (h^{VI2} - l^{VI2}) + 2h^{VI} l^{VI} l^V] = 0'',000068\,(\bar{5},8320530),$$
$$\tfrac{1}{2} (m^V_, m^{VI})_4 [h^V (h^{VI2} - l^{VI2}) + 2h^{VI} l^{VI} l^V] = -0'',000078\,(\bar{5},8924483),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{10} [h^{VI} (q^{VI} - q^V)^2 - l^{VI} (p^{VI} (q^{VI} - q^V) - q^V (p^{VI} - p^V))] = -0'',000001\,(\bar{6},1177498),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{11} [h^{VI} (q^{VI} - q^V)^2 - l^{VI} (p^{VI} (q^{VI} - q^V) - q^V (p^{VI} - p^V))] = -0'',000007\,(\bar{6},8627929),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{12} [h^{VI} (q^{VI} - q^V)^2 - l^{VI} (p^{VI} (q^{VI} - q^V) - q^V (p^{VI} - p^V))] = 0'',000001\,(\bar{6},1373765),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{13} [-h^V ((q^{VI} - q^V)^2 - (p^{VI} - p^V)^2) + 2l^V (p^{VI} - p^V)(q^{VI} - q^V)] = -0'',000009\,(\bar{6},9477616),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{14} [-h^V ((q^{VI} - q^V)^2 - (p^{VI} - p^V)^2) + 2l^V (p^{VI} - p^V)(q^{VI} - q^V)] = 0'',000023\,(\bar{5},3685046),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{15} [h^{VI} ((q^{VI} - q^V)^2 + (p^{VI} - p^V)^2) - 2l^{VI} (q^V p^{VI} - q^{VI} p^V)] = 0'',000007\,(\bar{6},8549634),$$
$$(m^V_, m^{VI})_{16} [h^{VI} ((q^{VI} - q^V)^2 + (p^{VI} - p^V)^2) - 2l^{VI} (q^V p^{VI} - q^{VI} p^V)] = -0'',000022\,(\bar{5},3352189),$$
$$\tfrac{1}{2} (m^V_, m^{VI}) h^V (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000034\,(\bar{5},5345349),$$
$$\tfrac{1}{2} [m^V_, m^{VI}] h^{VI} (l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000004\,(\bar{6},5674953).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',019372$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000143$.

Уранъ и Меркурій.

$$(m^{VI}_, m) h^{VI} = 0'',000000, \qquad [m^{VI}_, m] h = 0'',000000,$$
$$(m^{VI}_, m)_1 h^{VI} [l^2 + h^2 - (q - q^{VI})^2 - (p - p^{VI})^2] = -0'',000000\,(\overline{13},4628607),$$
$$(m^{VI}_, m)_4 h^{VI} [(l^2 + h^2) - (q - q^{VI})^2 - (p - p^{VI})^2] = 0'',000000\,(\overline{10},8532811),$$
$$(m^{VI}_, m)_2 h^{VI} (l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000000\,(\overline{12},9349976),$$

$$(m_,^{VI}m)_3 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\overline{12},9364767),$$

$$(m_,^{VI}m)_5 [2h^{VI}(ll^{VI} + hh^{VI}) + h(l^{VI2} + h^{VI2})] = -0'',000000\,(\bar{8},2130662),$$

$$(m_,^{VI}m)_6 [2h^{VI}(ll^{VI} + hh^{VI}) + h(l^{VI2} + h^{VI2})] = 0'',000000\,(\bar{8},2127453),$$

$$(m_,^{VI}m)_7 h(l^2 + h^2) = -0'',000000\,(\bar{8},1704177),$$

$$(m_,^{VI}m)_8 h(l^2 + h^2) = 0'',000000\,(\overline{10},7253661),$$

$$(m_,^{VI}m)_9 [h^{VI}(h^2 - l^2) + 2hll^{VI}] = -0'',000000\,(\bar{9},0969763),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m)_4 [h^{VI}(h^2 - l^2) + 2hll^{VI}] = 0'',000000\,(\overline{10},8756181),$$

$$(m_,^{VI}m)_{10} [h(q - q^{VI})^2 - l(p(q - q^{VI}) - q^{VI}(p - p^{VI}))] = 0'',000001\,(\bar{8},6836142),$$

$$(m_,^{VI}m)_{11} [h(q - q^{VI})^2 - l(p(q - q^{VI}) - q^{VI}(p - p^{VI}))] = 0'',000000\,(\bar{8},6848079),$$

$$(m_,^{VI}m)_{12} [h(q - q^{VI})^2 - l(p(q - q^{VI}) - q^{VI}(p - p^{VI}))] = -0'',000000\,(\overline{11},3454515),$$

$$(m_,^{VI}m)_{13} [-h^{VI}((q - q^{VI})^2 - (p - p^{VI})^2) + 2l^{VI}(p - p^{VI})(q - q^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{10},8260759),$$

$$(m_,^{VI}m)_{14} [-h^{VI}((q - q^{VI})^2 - (p - p^{VI})^2) + 2l^{VI}(p - p^{VI})(q - q^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{9},1939051),$$

$$(m_,^{VI}m)_{15} [h((q - q^{VI})^2 + (p - p^{VI})^2) - 2l(q^{VI}p - qp^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{8},9919324),$$

$$(m_,^{VI}m)_{16} [h((q - q^{VI})^2 + (p - p^{VI})^2) - 2l(q^{VI}p - qp^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{8},9924819),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m)\, h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\overline{11},2358506),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{VI}m]\, h[l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\overline{12},9276748).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',000000$,

« « « третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Венера.

$$(m_,^{VI}m')h^{VI} = 0'',000000, \qquad [m_,^{VI}m']h' = 0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m')_1 h^{VI}[l'^2 + h'^2 - (q' - q^{VI})^2 - (p' - p^{VI})^2] = 0'',000000\,(\overline{12},2579161),$$

$$(m_,^{VI}m')_4 h^{VI}[l'^2 + h'^2 - (q' - q^{VI})^2 - (p' - p^{VI})^2] = -0'',000000\,(\bar{9},1059009),$$

$$(m_,^{VI}m')_2 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000000\,(\overline{10},3523702),$$

$$(m_,^{VI}m')_3 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000000\,(\overline{10},3575092),$$

$$(m_,^{VI}m')_5 [2h^{VI}(l'l^{VI} + h'h^{VI}) + h'(l^{VI2} + h^{VI2})] = -0'',000000\,(\bar{8},0070973),$$

$$(m_,^{VI}m')_6 [2h^{VI}(l'l^{VI} + h'h^{VI}) + h'(l^{VI2} + h^{VI2})] = 0'',000000\,(\bar{8},0039230),$$

$$(m_,^{VI}m')_7 h'(l'^2 + h'^2) = -0'',000000\,(\overline{13},6423500),$$

$$(m_,^{VI}m')_8 h'(l'^2 + h'^2) = 0'',000000\,(\overline{13},8927758),$$

$$(m_,^{VI}m')_9 [h^{VI}(h'^2 - l'^2) + 2h'l'l^{VI}] = -0'',000000\,(\overline{10},0509800),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')_4[h^{VI}(h'^2-l'^2)+2h'l'l^{VI}]=0'',000000(\overline{11},8308353),$$

$$(m_,^{VI}m')_{10}[h'(q'-q^{VI})^2-l'(p'(q'-q^{VI})-q^{VI}(p'-p^{VI}))]=0'',000000(\bar{9},3051725),$$

$$(m_,^{VI}m')_{11}[h'(q'-q^{VI})^2-l'(p'(q'-q^{VI})-q^{VI}(p'-p^{VI}))]=0'',000000(\bar{9},3093403),$$

$$(m_,^{VI}m')_{12}[h'(q'-q^{VI})^2-l'(p'(q'-q^{VI})-q^{VI}(p'-p^{VI}))]=-0'',000000(\overline{12},5122002),$$

$$(m_,^{VI}m')_{13}[-h^{VI}((q'-q^{VI})^2-(p'-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})]=0'',000000(\overline{10},9364732),$$

$$(m_,^{VI}m')_{14}[-h^{VI}((q'-q^{VI})^2-(p'-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})]=-0'',000000(\bar{9},3047899),$$

$$(m_,^{VI}m')_{15}[h'((q'-q^{VI})+(p'-p^{VI})^2)-2l'(q^{VI}p'-q'p^{VI})]=-0'',000000(\bar{9},7939957),$$

$$(m_,^{VI}m')_{16}[h'((q'-q^{VI})^2+(p'-p^{VI})^2)-2l'(q^{VI}p'-q'p^{VI})]=0'',000000(\bar{9},7958998),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000(\overline{10},6527797),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_,^{VI}m']h'(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000(\overline{11},0601161).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000000$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Земля.

$$(m_,^{VI}m'')h^{VI}=0'',000000,\qquad [m_,^{VI}m'']h''=0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m'')_1h^{VI}[l''^2+h''^2-(q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2]=-0'',000000(\overline{13},5569405),$$

$$(m_,^{VI}m'')_4h^{VI}[l''^2+h''^2-(q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2]=0'',000000(\overline{10},1243823),$$

$$(m_,^{VI}m'')_2h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000(\overline{10},6838834),$$

$$(m_,^{VI}m'')_3h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000(\overline{10},6936743),$$

$$(m_,^{VI}m'')_5[2h^{VI}(l''l^{VI}+h''h^{VI})+h''(l^{VI2}+h^{VI2})]=-0'',000000(\bar{8},5484872),$$

$$(m_,^{VI}m'')_6[2h^{VI}(l''l^{VI}+h''h^{VI})+h''(l^{VI2}+h^{VI2})]=0'',000000(\bar{8},5462510),$$

$$(m_,^{VI}m'')_7h''(l''^2+h''^2)=-0'',000000(\overline{11},3830859),$$

$$(m_,^{VI}m'')_8h''(l''^2+h''^2)=0'',000000(\overline{11},6340270),$$

$$(m_,^{VI}m'')_9[h^{VI}(h''^2-l''^2)+2h''l''l^{VI}]=-0'',000000(\overline{10},2150087),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m'')_4[h^{VI}(h''^2-l''^2)+2h''l''l^{VI}]=-0'',000000(\overline{11},9964316),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{10}[h''(q''-q^{VI})^2-l''(p''(q''-q^{VI})-q^{VI}(p''-p^{VI}))]=0'',000000(\overline{10},6599136),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{11}[h''(q''-q^{VI})^2-l''(p''(q''-q^{VI})-q^{VI}(p''-p^{VI}))]=0'',000000(\overline{10},6599136),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{12}[h''(q''-q^{VI})^2-l''(p''(q''-q^{VI})-q^{VI}(p''-p^{VI}))]=-0'',000000(\overline{12},1430367),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{13}[-h^{VI}((q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})]=-0'',000000(\overline{10},3153867),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{14}[-h^{VI}((q''-q^{VI})^2-(p''-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})]=0'',000000(\overline{10},6840299),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{15}\,[h''\,((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)-2l''\,(q^{VI}p''-q''p^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},4072328),$$

$$(m_,^{VI}m'')_{16}\,[h''\,((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)-2l''\,(q^{VI}p''-q''p^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},4109317),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_,^{VI}m'')\,h^{VI}\,(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},9837252),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m_,^{VI}m'']\,h''\,(h^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},0131734).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000000$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Марсъ.

$$(m_,^{VI}m''')\,h^{VI}=0'',000000,\qquad [m_,^{VI}m''']\,h'''=-0'',000000,$$

$$(m_,^{VI}m''')_1\,h^{IV}\,[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2]=-0'',000000\,(\overline{11},3420038),$$

$$(m_,^{VI}m''')_4\,h^{VI}\,[l'''^2+h'''^2-(q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2]=0'',000000\,(\bar{9},5457897),$$

$$(m_,^{VI}m''')_2\,h^{VI}\,(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\overline{10},1814781),$$

$$(m_,^{VI}m''')_3\,h^{VI}\,(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},2039707),$$

$$(m_,^{VI}m''')_5\,[2h^{VI}(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+h'''\,(l^{VI2}+h^{VI2})]=0'',000000\,(\bar{8},4914328),$$

$$(m_,^{VI}m''')_6\,[2h^{VI}(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})+h'''\,(l^{VI2}+h^{VI2})]=-0'',000000\,(\bar{8},4861311),$$

$$(m_,^{VI}m''')_7\,h'''\,(l'''^2+h'''^2)=0'',000000\,(\overline{10},9692901),$$

$$(m_,^{VI}m''')_8\,h'''\,(l'''^2+h'''^2)=-0'',000000\,(\bar{9},2216384),$$

$$(m_,^{VI}m''')_9\,[h^{VI}(h'''^2-l'''^2)+2h'''\,l'''\,l^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{9},9779287),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_,^{VI}m''')_4\,[h^{VI}(h'''^2-l'''^2)+2h'''\,l'''\,l^{IV}]=0'',000000\,(\bar{9},7636746),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{10}\,[h'''\,(q'''-q^{VI})^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q^{VI})-q^{VI}\,(p'''-p^{VI}))]=-0'',000000\,(\bar{8},0117761),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{11}\,[h'''\,(q'''-q^{VI})^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q^{VI})-q^{VI}\,(p'''-p^{VI}))]=-0'',000000\,(\bar{8},0302691),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{12}\,[h'''\,(q'''-q^{VI})^2-l'''\,(p'''\,(q'''-q^{VI})-q^{VI}\,(p'''-p^{VI}))]=0'',000000\,(\overline{11},8762851),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{13}\,[-h^{VI}((q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},6156193),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{14}\,[-h^{VI}((q'''-q^{VI})^2-(p'''-p^{VI})^2)+2l^{VI}(p'''-p^{VI})\,(q'''-q^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{10},7851408),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{15}\,[h'''\,((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{VI})^2)-2l'''\,(q^{VI}p'''-q'''p^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},3083676),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{16}\,[h'''\,((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{VI})^2)-2l'''(q^{VI}p'''-p^{VI}q''')]=0'',000000\,(\bar{9},3169962),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_,^{VI}m''')\,h^{VI}(l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},4797073),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m_,^{VI}m''']\,h'''\,(l^{VI2}+h^{VI2})=-0'',000000\,(\overline{10},1082698).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $=0'',000000$,

« « « третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Юпитеръ.

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})h^{VI} = 0'',009438, \qquad [m_{,}^{VI}m^{IV}]h^{IV} = 0'',002922,$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_1 h^{VI}[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q^{VI})^2 - (p^{IV} - p^{VI})^2] = -0'',000003\,(\bar{6},4205871),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_4 h^{VI}[l^{IV2} + h^{IV2} - (q^{IV} - q^{VI})^2 - (p^{IV} - p^{VI})^2] = 0'',000039\,(\bar{5},5967620),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_2 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000006\,(\bar{6},7505035),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_3 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000009\,(\bar{6},9685368),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_5 [2h^{VI}(l^{IV}l^{VI} + h^{IV}h^{VI}) + h^{IV}(l^{VI2} + h^{VI2})] = 0'',000038\,(\bar{5},5774447),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_6 [2h^{VI}(l^{IV}l^{IV} + h^{IV}h^{IV}) + h^{IV}(l^{VI2} + h^{IV2})] = -0'',000015\,(\bar{5},1908857),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_7 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = -0'',000007\,(\bar{6},8312977),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{II})_8 h^{IV}(l^{IV2} + h^{IV2}) = 0'',000013\,(\bar{5},1095929),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_9 [h^{VI}(h^{IV2} - l^{IV2}) + 2h^{IV}l^{IV}l^{VI}] = 0'',000075\,(\bar{5},8796197),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{IV})_4 [h^{VI}(h^{IV2} - l^{IV2}) + 2h^{IV}l^{IV}l^{VI}] = -0'',000056\,(\bar{5},7451881),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{10} [h^{IV}(q^{IV} - q^{VI})^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{IV} - p^{VI}))] = 0'',000003\,(\bar{6},4785215),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{11} [h^{IV}(q^{IV} - q^{VI})^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{IV} - p^{VI}))] = 0'',000005\,(\bar{6},6945049),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{12} [h^{IV}(q^{IV} - q^{VI})^2 - l^{IV}(p^{IV}(q^{IV} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{IV} - p^{VI}))] = -0'',000000\,(\bar{7},5558390),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{13} [-h^{VI}((q^{IV} - q^{VI})^2 - (p^{IV} - p^{VI})^2) + 2l^{IV}(p^{IV} - p^{VI})(q^{IV} - q^{VI})] = -0'',000005\,(\bar{6},7434626),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{14} [-h^{VI}((q^{IV} - q^{VI})^2 - (p^{IV} - p^{VI})^2) + 2l^{IV}(p^{IV} - p^{VI})(q^{IV} - q^{VI})] = 0'',000013\,(\bar{5},1288293),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{15} [h^{IV}((q^{IV} - q^{VI})^2 + (p^{IV} - p^{VI})^2) - 2l^{IV}(q^{VI}p^{IV} - q^{IV}p^{VI})] = 0'',000019\,(\bar{5},2904353),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{16} [h^{IV}((q^{IV} - q^{VI})^2 + (p^{IV} - p^{VI})^2) - 2l^{IV}(q^{VI}p^{IV} - q^{IV}p^{VI})] = -0'',000025\,(\bar{5},3998412),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{IV})h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000010\,(\bar{5},0108057),$$

$$\tfrac{1}{2}[m_{,}^{VI}m^{IV}]h^{IV}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000002\,(\bar{6},4015803).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= -0'',006516$,

« « « третьяго порядка $= -0'',000067$.

Уранъ и Сатурнъ.

$$(m_{,}^{VI}m^{V})h^{VI} = 0'',014034, \qquad [m_{,}^{VI}m^{V}]h^{V} = 0'',046942,$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_1 h^{VI}[l^{V2} + h^{V2} - (q^{V} - q^{VI})^2 - (p^{V} - p^{VI})^2] = -0'',000018\,(\bar{5},2619372),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_4 h^{VI}[(l^{V2} + h^{V2}) - (q^{V} - q^{VI})^2 - (p^{V} - p^{VI})^2] = 0'',000101\,(\bar{4},0052940),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_2 h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = -0'',000012\,(\bar{5},1001577),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_3\, h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000040\,(\bar{5},6056806),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_5\,[2h^{VI}(l^{V}l^{VI} + h^{V}h^{VI}) + h^{V}(l^{V2} + h^{V2})] = -\,0'',000231\,(\bar{4},3633695),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_6\,[2h^{VI}(l^{V}l^{VI} + h^{V}h^{VI}) + h^{V}(l^{VI2} + h^{VI2})] = 0'',000004\,(\bar{6},5940645),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_7\, h^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = -\,0'',000203\,(\bar{4},3076629),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_8\, h^{V}(l^{V2} + h^{V2}) = 0'',000445\,(\bar{4},6487851),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_9\,[h^{VI}(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^{V}l^{V}l^{VI}] = -\,0'',000060\,(\bar{5},7802081),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'^{VI}m^{V})_4\,[h^{VI}(h^{V2} - l^{V2}) + 2h^{V}l^{V}l^{VI}] = 0'',000069\,(\bar{5},8406034),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{10}\,[h^{V}(q^{V} - q^{VI})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{V} - p^{VI}))] = 0'',000026\,(\bar{5},4137746),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{11}\,[h^{V}(q^{V} - q^{VI})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{V} - p^{VI}))] = 0'',000144\,(\bar{4},1588177),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{12}\,[h^{V}(q^{V} - q^{VI})^2 - l^{V}(p^{V}(q^{V} - q^{VI}) - q^{VI}(p^{V} - p^{VI}))] = -\,0'',000027\,(\bar{5},4334013),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{13}\,[-h^{VI}((q^{V} - q^{VI})^2 - (p^{V} - p^{VI})^2) + 2l^{VI}(p^{V} - p^{VI})(q^{V} - q^{VI})] = -\,0'',000093\,(\bar{5},9701927),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{14}\,[-h^{VI}((q^{V} - q^{VI})^2 - (p^{V} - p^{VI})^2) + 2l^{VI}(p^{V} - p^{VI})(q^{V} - q^{VI})] = 0'',000246\,(\bar{4},3909357),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{15}\,[h^{V}((q^{V} - q^{VI})^2 + (p^{V} - p^{VI})^2) - 2l^{V}(q^{VI}p^{V} - q^{V}p^{VI})] = -\,0'',000076\,(\bar{5},8805912),$$

$$(m'^{VI}m^{V})_{16}\,[h^{V}((q^{V} - q^{VI})^2 + (p^{V} - p^{VI})^2) - 2l^{V}(q^{VI}p^{V} - q^{V}p^{VI})] = 0'',000229\,(\bar{4},3608473),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'^{VI}m^{V})\, h^{VI}(l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000015\,(\bar{5},1831168),$$

$$\tfrac{1}{2}\,[m'^{VI}m^{V}]\, h^{V}[l^{VI2} + h^{VI2}) = 0'',000051\,(\bar{5},7074958).$$

Слѣд. сумма членовъ перваго порядка $= 0'',032908$,

« « « третьяго порядка $= -\,0'',000054$.

(20). Изъ условій $h = f\sin\omega$, $l = f\cos\omega$, и пр., и изъ формулъ чл. 14 не трудно вывести:

$$\frac{df}{dt} = \frac{h}{f}\cdot\frac{dh}{dt} + \frac{l}{f}\cdot\frac{dl}{dt},$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{l}{f^2}\cdot\frac{dh}{dt} - \frac{h}{f^2}\cdot\frac{dl}{dt}.$$

Эти формулы совершенно тожественны съ выраженіями величинъ δf и $\delta\omega$, найденными въ чл. 19 Отд. I, стр. 29. И такъ:

Меркурій.

$$\delta f = 0'',006288 + 0'',010431\,\mu' + 0'',002995\,\mu'' - 0'',000804\,\mu''' - 0'',006392\,\mu^{IV}$$
$$+\, 0'',000056\,\mu^{V} + 0'',000002\,\mu^{VI};$$

$$-\,0'',035248 - 0'',018237\,\mu' - 0'',005853\,\mu'' - 0'',000082\,\mu''' - 0'',010596\,\mu^{IV}$$
$$-\, 0'',000469\,\mu^{V} - 0'',000011\,\mu^{VI};$$

слѣд. годично-вѣковое измѣненіе эксцентрицитета, начиная отъ 1800 г., есть:

$$\left.\begin{aligned}\delta f = 0{,}2056163 + 0{,}00000003048\,t \\ -\,0{,}00000017088\,t\end{aligned}\right\} = 0{,}2056163 - 0{,}''00000014040\,t.$$

$$\begin{aligned}\delta Q = 0{,}''012576 + 0{,}''020862\,\mu' + 0{,}''005990\,\mu'' - 0{,}''001608\,\mu''' - 0{,}''012784\,\mu^{IV} \\ + 0{,}''000112\,\mu^{V} + 0{,}''000004\,\mu^{VI} \\ - 0{,}''070496 - 0{,}''036474\,\mu' - 0{,}''011706\,\mu'' - 0{,}''000164\,\mu''' - 0{,}''021192\,\mu^{IV} \\ - 0{,}''000938\,\mu^{V} - 0{,}''000022\,\mu^{VI},\end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}\delta\omega = 5{,}''417660 + 2{,}''873929\,\mu' + 0{,}''853165\,\mu'' + 0{,}''028805\,\mu''' + 1{,}''583901\,\mu^{IV} \\ + 0{,}''076003\,\mu^{V} + 0{,}''001857\,\mu^{VI} \\ + 0{,}''396461 + 0{,}''395702\,\mu' + 0{,}''015078\,\mu'' + 0{,}''000183\,\mu''' - 0{,}''013160\,\mu^{IV} \\ - 0{,}''001312\,\mu^{V} - 0{,}''000030\,\mu^{VI};\end{aligned}$$

слѣд. годично-вѣковое движеніе перигелія, отъ 1800 года, есть:

$$\omega = 74^\circ\,20'\,5{,}''8 + 5{,}''814121\,t.$$

Венера.

$$\begin{aligned}\delta f = -\,0{,}''110950 - 0{,}''030631\,\mu - 0{,}''046421\,\mu'' - 0{,}''002196\,\mu''' - 0{,}''031037\,\mu^{IV} \\ - 0{,}''000672\,\mu^{V} + 0{,}000007\,\mu^{VI} \\ + 0{,}''005474 + 0{,}''005031\,\mu + 0{,}''000300\,\mu'' + 0{,}000062\,\mu''' + 0{,}''000080\,\mu^{IV} \\ + 0{,}000001\,\mu^{V};\end{aligned}$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{aligned}f = 0{,}00686182 - 0{,}0000005379\,t \\ +\,0{,}0000000265\,t\end{aligned}\right\} = 0{,}00686182 - 0{,}0000005114\,t.$$

$$\begin{aligned}\delta Q = -\,0{,}''221900 - 0{,}''061262\,\mu - 0{,}''092842\,\mu'' - 0{,}''004392\,\mu''' - 0{,}''062074\,\mu^{IV} \\ - 0{,}''001344\,\mu^{V} + 0{,}''000014\,\mu^{VI} \\ + 0{,}''010948 + 0{,}''010062\,\mu + 0{,}''000600\,\mu'' + 0{,}000124\,\mu''' + 0{,}''000160\,\mu^{IV} \\ + 0{,}''000002\,\mu^{V};\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta\omega = -\,0{,}''735143 - 2{,}''912726\,\mu - 5{,}''296424\,\mu'' + 0{,}''832494\,\mu''' + 6{,}''557924\,\mu^{IV} \\ + 0{,}''079827\,\mu^{V} + 0{,}''003762\,\mu^{VI} \\ + 0{,}''564516 + 0{,}''406152\,\mu + 0{,}''160638\,\mu'' - 0{,}''026592\,\mu''' + 0{,}''025547\,\mu^{IV} \\ - 0{,}''001229\,\mu^{V};\end{aligned}$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\omega = 128^\circ\,43'\,6{,}''0 - 0{,}''170627\,t.$$

Земля.

$$\delta f = -0'',086970 - 0'',002734\mu + 0'',014425\mu' - 0'',017041\mu''' - 0'',081211\mu^{IV} - 0'',000431\mu^{V} + 0'',000022\mu^{VI}$$
$$- 0'',000412 + 0'',000199\mu - 0'',001257\mu' + 0'',001108\mu''' - 0'',000468\mu^{IV} + 0'',000006\mu^{V};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{array}{r} f = 0,01679226 - 0,00000042164\,t \\ - 0,00000000199\,t \end{array}\right\} = 0,01679226 - 0,00000042363\,t.$$

$$\delta Q = -0'',173940 - 0'',005468\mu + 0'',028850\mu' - 0'',034082\mu''' - 0'',162422\mu^{IV} - 0'',000862\mu^{V} - 0'',000044\mu^{VI}$$
$$- 0'',000824 + 0'',000398\mu - 0'',002514\mu' + 0'',002216\mu''' - 0'',000936\mu^{IV} + 0'',000012\mu^{V}.$$

$$\delta\omega = 11'',531469 - 0'',280437\mu + 3'',637460\mu' + 1'',066448\mu''' + 6'',917257\mu^{IV} + 0'',183537\mu^{V} + 0,007204\mu^{VI}$$
$$+ 0'',045180 + 0'',018674\mu + 0'',075279\mu' - 0'',048680\mu''' + 0'',002842\mu^{IV} - 0'',002935\mu^{V};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\omega = 99^\circ\,30'\,28'',6 + 11'',576649\,t,$$

что совершенно согласно съ наблюденіями Деламбра (Отд. I, стр. 43).

Марсъ.

$$\delta f = 0'',186015 + 0'',000795\mu + 0'',000742\mu' + 0'',018550\mu'' + 0'',159664\mu^{IV} + 0'',006282\mu^{V} - 0'',000018\mu^{VI}$$
$$+ 0'',000956 - 0'',000149\mu - 0'',000394\mu' - 0'',004868\mu'' + 0'',006711\mu^{IV} - 0'',000340\mu^{V} - 0'',000004\mu^{VI};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{array}{r} f = 0,0932168 + 0,0000009018\,t \\ + 0,0000000046\,t \end{array}\right\} = 0,0932168 + 0,0000009064\,t.$$

$$\delta Q = 0'',372030 + 0'',001590\mu + 0'',001484\mu' + 0'',037100\mu'' + 0'',319328\mu^{IV} + 0'',012564\mu^{V} - 0'',000036\mu^{VI}$$
$$+ 0'',001912 - 0'',000298\mu - 0'',000788\mu' - 0'',009736\mu'' + 0'',013422\mu^{IV} - 0'',000680\mu^{V} - 0'',000008\mu^{VI}.$$

$$\delta\omega = 15'',629293 + 0'',014417\mu + 0'',487152\mu' + 1,952892\mu'' + 12'',495999\mu^{IV} + 0'',663506\mu^{V} + 0'',015327\mu^{VI}$$
$$- 0'',018858 + 0'',001813\mu + 0'',003349\mu' + 0'',022071\mu'' - 0'',040709\mu^{IV} - 0'',005177\mu^{V} - 0'',000205\mu^{VI};$$

слѣд. отъ 1800 г.

$$\omega = 322^\circ\, 22'\, 51'',2 + 15'',610435\, t.$$

Юпитеръ.

$$\delta f = 0'',265444 + 0'',000003\mu + 0'',000005\mu' + 0'',000037\mu'' - 0'',000065\mu''' + 0'',264803\mu^{V} + 0'',000661\mu^{VI}$$
$$- 0'',009930 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' - 0'',009904\mu^{V} - 0'',000026\mu^{VI};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{aligned} f = 0,0481621 + 0,0000012869\, t \\ - 0,0000000481\, t \end{aligned}\right\} = 0,0481621 + 0,0000012368\, t.$$

$$\delta \Omega = 0'',530888 + 0'',000006\mu + 0'',000010\mu' + 0'',000074\mu'' - 0'',000130\mu''' + 0'',529606\mu^{V} + 0'',001322\mu^{VI}$$
$$- 0'',019860 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' - 0'',019808\mu^{V} - 0'',000052\mu^{VI}.$$

$$\delta\omega = 6'',358325 + 0'',000135\mu + 0'',004129\mu' + 0'',009013\mu'' + 0'',001388\mu''' + 6'',206972\mu^{V} + 0'',136688\mu^{VI}$$
$$+ 0'',094221 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0,000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',096038\mu^{V} - 0'',001817\mu^{VI};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\omega = 11^\circ\, 7'\, 38'',0 + 6'',452546\, t.$$

Сатурнъ.

$$\delta f = - 0'',550457 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' - 0'',000005\mu''' - 0'',561060\mu^{IV} + 0'',010608\mu^{VI}$$
$$+ 0'',017519 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',017580\mu^{IV} - 0'',000061\mu^{VI}$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{aligned} f = 0,0561505 - 0,00000266869\, t \\ + 0,00000008493\, t \end{aligned}\right\} = 0,0561505 - 0,0000258376\, t.$$

$$\delta Q = -1'',100914 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' - 0'',000010\mu''' - 1'',122120\mu^{IV} + 0'',021216\mu^{VI}$$
$$+ 0'',035038 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',035160\mu^{IV} - 0'',000122\mu^{VI}.$$
$$\delta\omega = 16'',444396 - 0'',000142\mu + 0'',000481\mu' + 0'',000997\mu'' + 0'',000373\mu''' + 16'',094807\mu^{IV} + 0'',347880\mu^{VI}$$
$$+ 0'',171901 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0,000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',169371\mu^{IV} + 0'',002530\mu^{VI};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\omega = 89^\circ\, 8'\, 20'',0 + 16'',616297\, t.$$

Уранъ.

$$\delta f = -0'',052048 + 0'',000000\mu - 0'',000000\mu' - 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' - 0'',006066\mu^{IV} - 0'',045982\mu^{V}$$
$$+ 0,000187 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',000234\mu^{IV} - 0,000047\mu^{V}$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\left.\begin{aligned} f = 0,0466108 - 0,00000025233\, t \\ + 0,00000000091\, t \end{aligned}\right\} = 0,0466108 - 0,00000025142\, t.$$

$$\delta Q = -0'',104096 + 0'',000000\mu - 0'',000000\mu' - 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' - 0'',012132\mu^{IV} - 0'',091964\mu^{V}$$
$$+ 0'',000374 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' + 0'',000468\mu^{IV} - 0'',000094\mu^{V}.$$
$$\delta\omega = 2'',422485 + 0'',000000\mu + 0'',000042\mu' + 0'',000084\mu'' + 0'',000026\mu''' + 1'',233602\mu^{IV} + 1'',188731\mu^{V}$$
$$- 0'',006140 + 0'',000000\mu + 0'',000000\mu' + 0'',000000\mu'' + 0'',000000\mu''' - 0'',016110\mu^{IV} + 0'',009970\mu^{V};$$

слѣд. отъ 1800 года

$$\omega = 167^\circ\, 30'\, 24'',0 + 2'',416345\, t.$$

(21). Въ отдѣленіи I, на стр. 32, формулы, выражающія измѣненія въ наклоненіяхъ орбитъ и въ долготахъ ихъ узловъ относительно подвижной или истинной эклиптики, даютъ

$$\delta J_1 = \left(\frac{dp}{dt} - \frac{dp''}{dt}\right)\sin N + \left(\frac{dq}{dt} - \frac{dq''}{dt}\right)\cos N,$$
$$\delta N_1 = \left(\frac{dp}{dt} - \frac{dp''}{dt}\right)\cdot\frac{\cos N}{\operatorname{tang} J} - \left(\frac{dq}{dt} - \frac{dq''}{dt}\right)\frac{\sin N}{\operatorname{tang} J};$$

слѣд. для вычисленія годично-вѣковыхъ возмущеній въ наклоненіяхъ орбитъ и долготахъ ихъ узловъ, надобно предварительно вычислить величины $\frac{dp}{dt}$, $\frac{dp'}{dt}$, и пр., $\frac{dq}{dt}$, $\frac{dq'}{dt}$, и пр., изъ коихъ первыя по формулѣ на стр. 27. Находимъ:

Меркурій и Венера.

$$(m,m')(q'-q) = -0'',203461\,(\bar{1},3084809),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')\left[2(q'-q)(qq'+pp') - q'((q'-q)^2+(p'-p)^2) - 3q(q'^2-q^2) - 3p(q'p'-qp)\right]$$
$$= 0'',003763\,(\bar{3},5756328),$$

$$(m,m')_1(l'^2+h'^2+l^2+h^2)(q'-q) = 0'',007265\,(\bar{3},8612132),$$

$$(m,m')_4(l'^2+h'^2+l^2+h^2)(q'-q) = -0'',036364\,(\bar{2},5606825),$$

$$(m,m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q)+2l'h'(p'-p)] = -0'',000003\,(\bar{6},4674971),$$

$$\overline{(m,m')} = \frac{3m'n\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} = -1'',599898\,(0,2040924),$$

$$\overline{(m,m')}\,[(l'^2-h'^2)(q'-q)+2l'h'(p'-p)] = -0'',000003\,(\bar{6},5345062),$$

$$(m,m')_{13}[(l^2-h^2)(q'-q)+2lh(p'-p)] = -0'',007356\,(\bar{3},8666580),$$

$$(m,m')_{14}[(l^2-h^2)(q'-q)+2lh(p'-p)] = 0'',019687\,(\bar{2},2941976),$$

$$2(m,m')_{15}[(ll'+hh')(q'-q)-(h'l-hl')p'] = -0'',000033\,(\bar{5},5191180),$$

$$2(m,m')_{16}[ll'+hh')(q'-q)-(h'l-hl')p'] = 0'',000066\,(\bar{5},8230104),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m')_4[(q'-q)^3+(p'-p)^2(q'-q)-p'(p'q-q'p)] = -0'',025007\,(\bar{2},3980630),$$

$$(m,m')_1[(q'-q)^3+(p'-p)^2(q'-q)-p'(p'q-q'p)] = 0'',184189\,(\bar{1},2652634),$$

$$\overline{(m,m')}_1 = \frac{3m'n\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(1)} = -0'',318375\,(\bar{1},5029393),$$

$$\overline{(m,m')}_1[(q'-q)^3+(p'-p)^2(q'-q)+2p'(p'q-q'p)] = 0'',000002\,(\bar{6},3296618),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m')_4[(q'-q)^3+(p'-p)^2(q'-q)+2p'(p'q-q'p)] = -0'',000014\,(\bar{5},1381196),$$

$$(m,m')_{10}[2hh'(q'-q)+(h'l+hl')p-2l'hp'] = -0'',000443\,(\bar{4},6962971),$$

$$(m,m')_{11}[2hh'(q'-q)+(h'l+hl')p-2l'hp'] = -0'',003295\,(\bar{3},5178565),$$

$$(m,m')_{12}[2hh'(q'-q)+(h'l+hl')-2l'hp'] = 0'',000681\,(\bar{4},8334949),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')(q'-q)[l^2+h^2+3p^2+3q^2] = -0'',008904\,(\bar{3},9495949).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',147171$.

Меркурій и Земля.

$$(m,m'')(q''-q) = -0'',075496\,(\bar{2},8779230),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')\,[2\,(qq''+pp'')(q''-q) - q''((q''-q)^2+(p''-p)^2) - 3q\,(q''^2-q^2) - 3p\,(q''p''-qp)]$$
$$= 0'',001708\,(\bar{3},2324949),$$

$$(m,m'')_1\,(h''^2+l''^2+h^2+l^2)(q''-q) = 0'',000999\,(\bar{4},9996634),$$

$$(m,m'')_4\,(h''^2+l''^2+h^2+l^2)(q''-q) = -0'',008112\,(\bar{3},9091591),$$

$$(m,m'')_2\,[(l''^2-h''^2)(q''-q)+2l''h''(p''-p)] = -0'',000008\,(\bar{6},9376260),$$

$$\overline{(m,m'')} = \frac{3m''n\alpha^3\,(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} = -0'',015828\,(\bar{2},1994452),$$

$$\overline{(m,m'')}\,[(l''^2-h''^2)(q''-q)+2l''h''\,(p''-p)] = -0'',000000\,(\bar{7},6889818),$$

$$(m,m'')_{13}\,[(l^2-h^2)(q''-q)+2lh(p''-p)] = -0'',001004\,(\bar{3},0018373),$$

$$(m,m'')_{14}\,[(l^2-h^2)(q''-q)+2lh\,(p''-p)] = 0'',002534\,(\bar{3},4037611),$$

$$2\,(m,m'')_{15}\,[(ll''+hh'')(q''-q)-(h''l-hl'')p''] = 0'',000592\,(\bar{4},7721823),$$

$$2\,(m,m'')_{16}\,[(ll''+hh'')(q''-q)-(h''l-hl'')p''] = -0'',001046\,(\bar{3},0194715),$$

$$\tfrac{1}{3}\,(m,m'')_4\,[(q''-q)^3+(q''-q)(p''-p)^2-p''(p''q-q''p)] = -0'',000958\,(\bar{4},9814943),$$

$$(m,m'')_1\,[(q''-q)^3+(q''-q)(p''-p)^2-p''(p''q-q''p)] = 0'',000354\,(\bar{4},5491199),$$

$$\overline{(m,m'')}_1 = \frac{3m''n\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^2)}{16\,(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(1)} = -0'',175214\,(\bar{1},2435688),$$

$$\overline{(m,m'')}_1[(q''-q)^3+(q''-q)(p''-p)^2+2p''(p''q-q''p)] = 0'',000226\,(\bar{4},3534172),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m'')_4\,[(q''-q)^3+(q''-q)(p''-p)^2+2p''\,(p''q-q''p)] = -0'',000479\,(\bar{4},6804643),$$

$$(m,m'')_{10}\,[2hh''\,(q''-q)+(h''l+hl'')p-2l''hp''] = -0'',000591\,(\bar{4},7720070),$$

$$(m,m'')_{11}\,[2hh''\,(q''-q)+(h''l+hl'')p-2l''hp''] = -0'',001641\,(\bar{3},2153567),$$

$$(m,m'')_{12}\,[2hh''\,(q''-q)+(h''l+hl'')p-2l''hp''] = 0'',000215\,(\bar{4},3330762),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m'')\,(q''-q)\,(l^2+h^2+3p^2+3q^2) = -0'',003303\,(\bar{3},5190385).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',007778$.

Меркурій и Марсъ

$$(m,m''')\,(q'''-q) = -0'',001784\,(\bar{3},2513560),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m''')\,[2\,(qq'''+pp''')(q'''-q)-q'''((q'''-q)^2+(p'''-p)^2)-3q\,(q'''^2-q^2)-3p\,(q'''p'''-qp)]$$
$$= 0'',000039\,(\bar{5},5904429),$$

$$(m,m''')_1(h'''^2+l'''^2+h^2+l^2)(q'''-q)=0'',000009\,(\bar{6},9445900),$$

$$(m,m''')_4(h'''^2+l'''^2+h^2+l^2)(q'''-q)=-0'',000170\,(\bar{4},2303821),$$

$$(m,m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q)+2l'''h'''(p'''-p)=-0'',000001\,(\bar{6},0343047),$$

$$\overline{(m,m''')}=\frac{3m'''n\alpha^3\,(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',004489\,(\bar{3},6522238),$$

$$\overline{(m,m''')}\,[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q)+2l'''h'''(p'''-p)=0'',000000\,(\bar{7},8069824),$$

$$(m,m''')_{13}[(l^2-h^2)(q'''-q)+2lh(p'''-p)]=-0'',000021\,(\bar{5},3191311),$$

$$(m,m''')_{14}[(l^2-h^2)(q'''-q)+2lh(p'''-p)]=0'',000050\,(\bar{5},7036728),$$

$$2\,(m,m''')_{15}[(hh'''+ll''')(q'''-q)-(h'''l-hl''')p''']=-0'',000078\,(\bar{5},8916938),$$

$$2\,(m,m''')_{16}[(hh'''+ll''')(q'''-q)-(h'''l-hl''')p''']=0'',000097\,(\bar{5},9865810),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m''')_4)[(q'''-q)^3+(q'''-q)(p'''-p)^2-p'''(p'''q-q'''p)]=-0'',000009\,(\bar{6},9621922),$$

$$(m,m''')_1[(q'''q)^3+(q'''-q)(p'''-p)^2-p'''(p'''q-q'''p)]=0'',000001\,(\bar{6},1535214),$$

$$\overline{(m,m''')}_1=\frac{3m'''n\alpha^2\,(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',006479\,(\bar{3},8115327),$$

$$\overline{(m,m''')}_1[(q'''-q)^3+(q'''-q)(p'''-p)^2+2p'''(p'''q-q'''p)]=0'',000003\,(\bar{6},5237445),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m''')_4[(q'''-q)^3+(q'''-q)(p'''-p)^2+2p'''(p'''q-q'''p)]=-0'',000004\,(\bar{6},6526608),$$

$$(m,m''')_{10}[2hh'''(q'''-q)+(h'''l+hl''')p-2l'''hp''']=0'',000099\,(\bar{5},9980803),$$

$$(m,m''')_{11}[2hh'''(q'''-q)+(h'''l+hl''')p-2l'''hp''']=0'',000154\,(\bar{4},1874846),$$

$$(m,m''')_{12}[2hh'''(q'''-q)+(h'''l+hl''')p-2l'''hp''']=-0'',000009\,(\bar{6},9986036),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')(q'''-q)(l^2+h^2+3p^2+3q^2]=-0'',000156\,(\bar{4},1935010).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000206$.

Меркурій и Юпитеръ.

$$(m,m^{IV})(q^{IV}-q)=-0'',141964\,(\bar{1},1521792),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})[2(qq^{IV}+pp^{IV})(q^{IV}-q)-q^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)-3q(q^{IV2}-q^2)-3p(q^{IV}p^{IV}-qp)]$$
$$=0'',002893\,(\bar{3},4613538),$$

$$(m,m^{IV})_1[l^{IV2}+h^{IV2}+l^2+h^2](q^{IV}-q)=0'',000054\,(\bar{5},7352034),$$

$$(m,m^{IV})_4[l^{IV2}+h^{IV2}+l^2+h^2](q^{IV}-q)=-0'',009893\,(\bar{3},9953328),$$

$$(m,m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q)+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p)]=0'',000099\,(5,9988541),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}=\frac{3m^{IV}n\alpha^3\,(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',639727\,(\bar{1},8059879),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q)+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p)]=-0'',000159\,(\bar{4},2004395),$$

$$(m,m^{IV})_{13}\,[(l^2-h^2)(q^{IV}-q)+2lh\,(p^{IV}-p)]=-0'',002135\,(\bar{3},3294473),$$

$$(m,m^{IV})_{14}\,[(l^2-h^2)(q^{IV}-q)+2lh\,(p^{IV}-p)]=0'',004998\,(\bar{3},6987788),$$

$$2\,(m,m^{IV})_{15}\,[(ll^{IV}+hh^{IV})(q^{IV}-q)-(h^{IV}l-hl^{IV})\,p^{IV}]=0'',004209\,(\bar{3},6242099),$$

$$2\,(m,m^{IV})_{16}\,[(ll^{IV}+hh^{IV})(q^{IV}-q)-(h^{IV}l-hl^{IV})\,p^{IV}]=-0'',004283\,(\bar{3},6317736),$$

$$\tfrac{1}{3}\,(m,m^{IV})_4\,[(q^{IV}-q)^3+(q^{IV}-q)(p^{IV}-p)^2-p^{IV}(p^{IV}q-q^{IV}p)]=-0'',000839\,(\bar{4},9239388)_4$$

$$(m,m^{IV})_1\,[(q^{IV}-q)^3+(q^{IV}-q)(p^{IV}-p)^2-p^{IV}(p^{IV}q-q^{IV}p)]=0'',000014\,(\bar{5},1409307),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}_1=\frac{3m^{IV}n\alpha^2\,(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',403705\,(\bar{1},6060641),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}_1\,[(q^{IV}-q)^3+(q^{IV}-q)(p^{IV}-p)^2+2p^{II}\,(p^{IV}q-q^{IV}p)]=0'',000432\,(\bar{4},6356913),$$

$$\tfrac{1}{6}\,(m,m^{IV})_4\,[(q^{IV}-q)^3+(q^{IV}-q)(p^{IV}-p)^2+2p^{IV}(p^{IV}q-q^{IV}p)]=-0'',000436\,(\bar{4},6396988),$$

$$(m,m^{IV})_{10}\,[2hh^{IV}(q^{IV}-q)+(h^{IV}l+hl^{IV})\,p-2l^{IV}hp^{IV}]=0'',001704\,(\bar{3},2314661),$$

$$(m,m^{IV})_{11}\,[2hh^{IV}(q^{IV}-q)+(h^{IV}l+hl^{IV})\,p-2l^{IV}hp^{IV}]=0'',001769\,(\bar{3},2476920),$$

$$(m,m^{IV})_{12}\,[2hh^{IV}(q^{IV}-q)+(h^{IV}l+hl^{IV})\,p-2l^{IV}hp^{IV}]=-0'',000011\,(\bar{5},0375267),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m^{IV})\,[l^2+h^2+3p^2+3q^2]\,(q^{IV}-q)=-0'',006212\,(\bar{3},7932813).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',012966$.

Меркурій и Сатурнъ.

$$(m,m^V)\,(q^V-q)=-0'',007831\,(\bar{3},8938103),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m,m^V)\,[2\,(qq^V+pp^V)(q^V-q)-q^V((q^V-q)^2+(p^V-p)^2)-3q\,(q^{V2}-q^2)-3p\,(q^Vp^V-qp)]$$
$$=0'',000144\,(\bar{4},1576836),$$

$$(m,m^V)_1\,[l^{V2}+h^{V2}+l^2+h^2]\,(q^V-q)=0'',000000\,(\bar{7},9453368),$$

$$(m,m^V)_4\,[l^{V2}+h^{V2}+l^2+h^2]\,(q^V-q)=-0'',000090\,(\bar{5},9557797),$$

$$(m,m^V)_2\,[(l^{V2}-h^{V2})(q^V-q)+2l^Vh^V(p^V-p)=-0'',000006\,(\bar{6},7847618),$$

$$\overline{(m,m^V)}=\frac{3m^Vn\alpha^3\,(1-7\,\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',019067\,(\bar{2},2802940),$$

$$\overline{(m,m^V)}\,[(l^{V2}-h^{V2})(q^V-q)+2l^Vh^V(p^V-p)]=0'',000006\,(\bar{6},7797070),$$

$$(m,m^V)_{13}\,[(l^2-h^2)(q^V-q)+2lh\,(p^V-p)]=-0'',000152\,(\bar{4},1809814),$$

$$(m,m^V)_{14}\,[(l^2-h^2)(q^V-q)+2lh\,(p^V-p)]=0'',000354\,(\bar{4},5493621),$$

$$2\,(m,m^V)_{15}\,[(ll^V+hh^V)(q^V-q)-(h^Vl-lh^V)\,p^V]=0'',002380\,(\bar{3},3767344),$$

*

$$2\,(m,m^V)_{16}\,[(ll^V+hh^V)(q^V-q)-(h^Vl-hl^V)p']=-0'',002393\,(\bar{3},3789740),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m^V)_4\,[(q^V-q)^3+(q^V-q)(p^V-p)^2-p^V(p^Vq-q^Vp)]=-0'',000009\,(\bar{6},9846534),$$

$$(m,m^V)_1\,[(q^V-q)^3+(q^V-q)(p^V-p)^2-p^V(p^Vq-q^Vp)]=0'',000000\,(\bar{7},4513318),$$

$$\overline{(m,m^V)}_1=\frac{3m^Vn\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',019227\,(\bar{2},2839127),$$

$$\overline{(m,m^V)}_1\,[(q^V-q)^3+(q^V-q)(p^V-p)^2+2p^V(p^Vq-q^Vp)]=0'',000017\,(\bar{5},2327167),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m^V)_4\,[(q^V-q)^3+(q^V-q)(p^V-p)^2+2p^V(p^Vq-q^Vp)]=-0'',000003\,(\bar{6},4619603),$$

$$(m,m^V)_{10}\,[2hh^V(q^V-q)+(h^Vl+hl^V)p-2l^Vhp^V]=0'',002544\,(\bar{3},4055510),$$

$$(m,m^V)_{11}\,[2hh^V(q^V-q)+(h^Vl+hl^V)p-2l^Vhp^V]=0'',002572\,(\bar{3},4103783),$$

$$(m,m^V)_{12}\,[2hh^V(q^V-q)+(h^Vl+hl^V)p-2l^Vhp^V]=-0'',000005\,(\bar{6},6768434),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^V)\,[l^2+h^2+3p^2+3q^2](q^V-q)=-0'',000343\,(\bar{4},5349258).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000422$.

Меркурій и Уранъ.

$$(m,m^{VI})(q^{VI}-q)=-0'',000151\,(\bar{4},1784979),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})\,[2(qq^{VI}+pp^{VI})(q^{VI}-q)-q^{VI}((q^{VI}-q)^2+(p^{VI}-p)^2)-3q(q^{VI2}-q^2)-3p(q^{VI}p^{VI}-qp)]$$
$$=0'',000003\,(\bar{6},5178288),$$

$$(m,m^{VI})_1\,(l^{VI2}+h^{VI2}+l^2+h^2)(q^{VI}-q)=0'',000000\,(\bar{9},6126379),$$

$$(m,m^{VI})_4\,(l^{VI2}+h^{VI2}+l^2+h^2)(q^{VI}-q)=-0'',000010\,(\bar{5},0030583),$$

$$(m,m^{VI})_2\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q)+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p)]=0,000000\,(\bar{8},6255766),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}=\frac{3m^{VI}n\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',000462\,(\bar{4},6648223),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q)+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p)]=-0'',000000\,(\bar{8},6248171),$$

$$(m,m^{VI})_{13}\,[(l^2-h^2)(q^{VI}-q)+2lh(p^{VI}-p)=-0'',000002\,(\bar{6},2517244),$$

$$(m,m^{VI})_{14}\,[(l^2-h^2)(q^{VI}-q)+2lh(p^{VI}-p)]=0'',000004\,(\bar{6},6195536),$$

$$2\,(m,m^{VI})_{15}\,[(ll^{VI}+hh^{VI})(q^{VI}-q)-(h^{VI}l-hl^{VI})p^{VI}]=0'',000007\,(\bar{6},8686845),$$

$$2\,(m,m^{VI})_{16}\,[(ll^{VI}+hh^{VI})(q^{VI}-q)-(h^{VI}l-hl^{VI})p^{VI}]=-0'',000007\,(\bar{6},8692340),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m^{VI})_4\,[(q^{VI}-q)^3+(q^{VI}-q)(p^{VI}-p)^2-p^{VI}(p^{VI}q-q^{VI}p)]=-0'',000000\,(\bar{7},9724489);$$

$$(m,m^{VI})_1\,[(q^{VI}-q)^3+(q^{VI}-q)(p^{VI}-p)^2-p^{VI}(p^{VI}q-q^{VI}p)]=0'',000000\,(\bar{9},0591498),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}_1=\frac{3m^{VI}n\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',000463\,(\bar{4},6654648),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}_1\,[(q^{VI}-q)^3+(q^{VI}-q)(p^{VI}-p)^2+2p^{VI}(p^{VI}q-pq^{VI})]=0'',000000\,(\bar{7},6579299),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m^{VI})_4\,[(q^{VI}-q)^3+(q^{VI}-q)(p^{VI}-p)^2+2p^{VI}(p^{VI}q-q^{VI}p)]=-0'',000000\,(\bar{7},6587035),$$

$$(m,m^{VI})_{10}\,[2hh^{VI}(q^{VI}-q)+(h^{VI}l+hl^{VI})p-2l^{VI}hp^{VI}]=-0'',000051\,(\bar{5},7096631),$$

$$(m,m^{VI})_{11}\,[2hh^{VI}(q^{VI}-q)+(h^{VI}l+hl^{VI})p-2l^{VI}p^{VI}h]=-0'',000051\,(\bar{5},7108569),$$

$$(m,m^{VI})_{12}\,[2hh^{VI}(q^{VI}-q)+(h^{VI}l+hl^{VI})p-2l^{VI}hp^{VI}]=0'',000000\,(\bar{8},3715005),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})(q^{VI}-q)(l^2+h^2+3p^2+3q^2)=-0'',000007\,(\bar{6},8196134),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000012$.

Венера и Меркурій.

$$(m',m)(q-q')=0'',019937\,(\bar{2},2996624),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m)\,[2\,(qq'+pp')(q-q')-q\,((q-q')^2+(p-p')^2)-3q'\,(q^2-q'^2)-3q'\,(qp-q'p')]$$
$$=0'',000152\,(\bar{4},1823308),$$

$$(m',m)_1\,[l^2+h^2+l'^2+h'^2]\,(q-q')=-0'',000712\,(\bar{4},8524050),$$

$$(m',m)_4\,[l^2+h^2+l'^2+h'^2]\,(q-q')=0'',003563\,(\bar{3},5518743),$$

$$(m',m)_2\,[(l^2-h^2)(q-q')+2lh\,(p-p')]=0'',000247\,(\bar{4},3934838),$$

$$\overline{(m',m)}=-0'',156774\,(\bar{1},1952739),$$

$$\overline{(m',m)}\,[(l^2-h^2)(q-q')+2lh\,(p-p')]=0'',000289\,(\bar{4},4604928),$$

$$(m',m)_{13}\,[(l'^2-h'^2)(q-q')+2l'h'\,(p-p')]=0'',000000\,(\bar{7},9230342),$$

$$(m',m)_{14}\,[(l'^2-h'^2)(q-q')+2l'h'\,(p-p')]=-0'',000002\,(\bar{6},3505740),$$

$$2\,(m',m)_{15}\,[(ll'+hh')(q-q')-(hl'-h'l)\,p]=-0'',000063\,(\bar{5},7975034),$$

$$2\,(m',m)_{16}\,[ll'+hh')(q-q')-(hl'-h'l)\,p]=0'',000126\,(\bar{4},1013958),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m)_4\,[(q-q')^3+(q-q')(p-p')^2-p\,(pq'-qp')]=0'',000289\,(\bar{4},4607903),$$

$$(m',m)_1\,[(q-q')^3+(q-q')(p-p')^2-p\,(pq'-qp')]=-0'',000173\,(\bar{4},2384423),$$

$$\overline{(m',m)}_1=-0'',031197\,(\bar{2},4941208),$$

$$\overline{(m',m)}_1\,[(q-q')^3+(q'-q)(p-p')^2+2p\,(pq'-qp')]=0'',000007\,(\bar{6},8203132),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m)_4\,[(q-q')^3+(q'-q)(p-p')^2+2p\,(pq'-qp')]=-0'',000042\,(\bar{5},6287710),$$

$$(m',m)_{10}\,[2hh'\,(q-q')+(hl'+h'l)p'-2lh'p]=0'',000012\,(\bar{5},0809842),$$

$$(m',m)_{11}\,[2hh'\,(q-q')+(hl'+h'l)p'-2lh'p]=0'',000090\,(\bar{5},9525430),$$

$$(m',m)_{12}\,[2hh'\,(q-q')+(hl'+h'l)p'-2lh'p]=-0'',000018\,(\bar{5},2681820),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m)\,(q-q')\,[l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2]=0'',000000\,(\bar{7},0231715).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',004075$.

Венера и Земля.

$$(m',m'')(q''-q') = -0'',105285\,(\bar{1},0223675),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')[2(q'q''+p'p'')(q''-q')-q''((q''-q')^2+(p''-p')^2)-3q'(q''^2-q'^2)-3p''(q''p''-q'p')]$$
$$= 0'',000554\,(\bar{4},7439086),$$

$$(m',m'')_1[l''^2+h''^2+l'^2+h'^2](q''-q') = 0'',000120\,(\bar{4},0779389),$$

$$(m',m'')_4[l''^2+h''^2+l'^2+h'^2](q''-q') = -0'',000426\,(\bar{4},6291209),$$

$$(m',m'')_2[(l''^2-h''^2)(q''-q')+2l''h''(p''-p')] = -0'',000091\,(\bar{5},9590353),$$

$$\overline{(m',m'')} = \frac{3m''n'\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}} = -24'',343967\,(1,3863914),$$

$$\overline{(m',m'')}[(l''^2-h''^2)(q''-q')+2l''h''(p''-p')] = -0'',000228\,(\bar{4},3581310),$$

$$(m',m'')_{13}[(l'^2-h'^2)(q''-q')+2l'h'(p''-p')] = 0'',000057\,(\bar{5},7590311),$$

$$(m',m'')_{14}[(l'^2-h'^2)(q''-q')+2l'h'(p''-p')] = 0'',000172\,(\bar{4},2358939).$$

$$2(m',m'')_{15}[(l'l''+h'h'')(q''-q')-(h''l'-h'l'')p''] = 0'',000016\,(\bar{5},2192484),$$

$$2(m',m'')_{16}[(l'l''+h'h'')(q''-q')-(h''l'-h'l'')p''] = -0'',000145\,(\bar{4},1604356),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m'')_4[(q''-q')^3+(q''-q')(p''-p')^2-p''(p''q'-q''p')] = -0'',001514\,(\bar{3},1800201),$$

$$(m',m'')_1[(q''-q')^3+(q''-q')(p''-p')^2-p''(p''q'-q''p')] = 0'',001276\,(\bar{3},1059594),$$

$$\overline{(m',m'')_1} = \frac{3m''n'\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} = 2'',138919\,(0,3301945),$$

$$\overline{(m',m'')_1}[(q''-q')^3+(q''-q')(p''-p')^2+2p''(p''q'-q''p')] = -0'',000116\,(\bar{4},0653179),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m'')_4[(q''-q')^3+(q''-q')(p''-p')^2+2p''(p''q'-q''p')] = -0'',000757\,(\bar{4},8789901),$$

$$(m',m'')_{10}[2h'h''(q''-q')+(h''l'+h'l'')p'-2l''h'p''] = -0'',000012\,(\bar{5},0694101),$$

$$(m',m'')_{11}[2h'h''(q''-q')+(h''l'+h'l'')p'-2l''h'p''] = -0'',000666\,(\bar{4},8233174),$$

$$(m',m'')_{12}[2h'h''(q''-q')+(h''l'+h'l'')p'-2l''h'p''] = 0'',000189\,(\bar{4},2768887),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')(q''-q')(l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2) = -0'',000557\,(\bar{4},7458807).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',003658$.

Венера и Марсъ.

$$(m',m''')(q'''-q') = 0'',000628\,(\bar{4},7983346),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m''')[2(q'q'''+p'p''')(q'''-q')-q'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)-3q'(q'''^2-q'^2)-3p'(q'''p'''-q'p')]$$
$$= 0'',000002\,(\bar{6},3935481),$$

$$(m',m''')_1 [l'''^2 + h'''^2 + l'^2 + h'^2](q''' - q') = -0'',000003\,(\bar{6},4904427),$$

$$(m',m''')_4 [l'''^2 + h'''^2 + l'^2 + h'^2](q''' - q') = 0'',000018\,(\bar{5},2627680),$$

$$(m',m''')_2 [(l'''^2 - h'''^2)(q''' - q') + 2l'''h'''(p''' - p') = -0'',000010\,(\bar{5},0226500),$$

$$\overline{(m',m''')} = \frac{3m'''n'\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4} b^{(0)}_{-\frac{1}{2}} = -0'',026730\,(\bar{2},4270118),$$

$$\overline{(m',m''')}[(l'''^2 - h'''^2)(q''' - q') + 2l'''h'''(p''' - p')] = 0'',000007\,(\bar{6},8540920),$$

$$(m',m''')_{13}[(l'^2 - h'^2)(q''' - q') + 2l'h'(p''' - p')] = -0'',000000\,(\bar{7},2439263),$$

$$(m',m''')_{14}[(l'^2 - h'^2)(q''' - q) + 2h'l'(p''' - p')] = 0'',000000\,(\bar{7},9842303),$$

$$2(m',m''')_{15}[(l'l''' + h'h''')(q''' - q') - (h'''l' - h'l''')p'''] = -0'',000000\,(\bar{7},6851325),$$

$$2(m',m''')_{16}[(l'l''' + h'h''')(q''' - q') - (h'''l' - h'l''')p'''] = 0'',000001\,(\bar{6},1051938),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m''')_4[(q''' - q')^3 + (q''' - q)(p''' - p')^2 - p'''(p'''q' - q'''p')] = 0'',000003\,(\bar{6},4987712),$$

$$(m',m''')_1[(q''' - q')^3 + (q''' - q')(p''' - p')^2 - p'''(p'''q' - q'''p')] = -0'',000001\,(\bar{6},2035672),$$

$$\overline{(m',m''')}_1 = \frac{3m'''n'\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4} b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} = -0'',015928\,(\bar{2},2021745),$$

$$\overline{(m',m''')}_1[(q''' - q')^3 + (q''' - q')(p''' - p')^2 + 2p'''(p'''q' - q'''p')] = 0'',000000\,(\bar{7},7411251),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m''')_4[(q''' - q')^3 + (q''' - q')(p''' - p')^2 + 2p'''(p'''q' - q'''p')] = -0'',000002\,(\bar{6},2926470),$$

$$(m',m''')_{10}[2h'h'''(q''' - q') + (h'''l' + h'l''')p' - 2l'''h'p'''] = 0'',000001\,(\bar{6},0194541),$$

$$(m',m''')_{11}[2h'h'''(q''' - q') + (h'''l' + h'l''')p' - 2l'''h'p'''] = 0'',000005\,(\bar{6},6951652),$$

$$(m',m''')_{12}[2h'h'''(q''' - q') + (h'''l + h'l''')p' - 2l'''h'p'''] = -0'',000000\,(\bar{7},9425460),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m''')(q''' - q')(l'^2 + h'^2 + 3q'^2 + 3p'^2) = 0'',000003\,(\bar{6},5218478).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000006$.

Венера и Юпитеръ.

$$(m',m^{IV})(q^{IV} - q') = -0'',079015\,(\bar{2},8977130),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{IV})[2(q'q^{IV} + p'p^{IV})(q^{IV} - q') - q^{IV}((q^{IV} - q')^2 + (p^{IV} - p')^2) - 3q'(q^{IV2} - q'^2) - 3p'(q^{IV}p^{IV} - q'p')]$$
$$= 0'',000282\,(\bar{4},4501628),$$

$$(m',m^{IV})_1[l^{IV2} + h^{IV2} + l'^2 + h'^2](q^{IV} - q') = 0'',000006\,(\bar{6},7509729),$$

$$(m_{,}m^{IV})_4[l^{IV2} + h^{IV2} + l'^2 + h'^2](q^{IV} - q') = -0'',000299\,(\bar{4},4762345),$$

$$(m',m^{IV})_2[(l^{IV2} - h^{IV2})(q^{IV} - q') + 2l^{IV}h^{IV}(p^{IV} - p')] = 0'',000076\,(\bar{5},8793026),$$

$$\overline{(m',m^{IV})} = \frac{3m^{IV}n'\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4} b^{(0)}_{-\frac{1}{2}} = 0'',949667\,(\bar{1},9775714),$$

$$\overline{(m',m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q')+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p')]=-0'',000067\ (\bar{5},8272978),$$

$$(m',m^{IV})_{13}[(l'^2-h'^2)(q^{IV}-q')+2l'h'(p^{IV}-p')]=-0'',000006\ (\bar{6},7598985),$$

$$(m',m^{IV})_{14}[(l'^2-h'^2)(q^{IV}-q')+2l'h'(p^{IV}-p')]=0'',000013\ (\bar{5},1325765),$$

$$2\,(m',m^{IV})_{15}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(q^{IV}-q')-(h^{IV}l'-h'l^{IV})p^{IV}]=-0'',000289\ (\bar{4},4603679),$$

$$2\,(m',m^{IV})_{16}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(q^{IV}-q')-(h^{IV}l'-h'l^{IV})p^{IV}]=0'',000307\ (\bar{4},4872308),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m^{IV})_4[(q^{IV}-q')^3+(q^{IV}-q')(p^{IV}-p')^2-p^{IV}(p^{IV}q'-q^{IV}p')]=-0'',000093\ (\bar{5},9675743),$$

$$(m',m^{IV})_1[(q^{IV}-q')^3+(q^{IV}-q')(p^{IV}-p')^2-p^{IV}(p^{IV}q'-q^{IV}p')]=0'',000005\ (\bar{6},7194341),$$

$$\overline{(m',m^{IV})_1}=\frac{3m^{IV}n'\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-1'',027512\ (\bar{0},0117870),$$

$$\overline{(m',m^{IV})_1}[(q^{IV}-q')^3+(q^{IV}-q')(p^{IV}-p')^2+2p^{IV}(p^{IV}q'-q^{IV}p')]=0'',000004\ (\bar{6}_3 6591700),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m^{IV})_4[(q^{IV}-q')^3+(q^{IV}-q')(p^{IV}-p')^2+2p^{IV}(p^{IV}q'-q^{IV}p')]=-0'',000005\ (\bar{6}_8 6964028),$$

$$(m',m^{IV})_{10}[2h'h^{IV}(q^{IV}-q')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})p'-2l^{IV}h'p^{IV}]=-0'',000022\ (\bar{5},3520309),$$

$$(m',m^{IV})_{11}[2h'h^{IV}(q^{IV}-q')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})p'-2l^{IV}h'p^{IV}]=-0'',000026\ (\bar{5},4086811),$$

$$(m',m^{IV})_{12}[2h'h^{IV}(q^{IV}-q')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})p'-2l^{IV}h'p^{IV}]=0'',000000\ (\bar{7},7305507),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{IV})(q^{IV}-q')[l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2]=-0'',000418\ (\bar{4},6212262).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000094$.

Венера и Сатурнъ.

$$(m',m^{V})(q^{V}-q')=-0'',006294\ (\bar{3},7989478),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{V})[2(q'q^{V}+p'p^{V})(q^{V}-q')-q^{V}((q^{V}-q')^2+(p^{V}-p')^2)-3q'(q^{V2}-q'^2)-3p'(p^{V}q^{V}-q'p')]$$
$$=0'',000016\ (\bar{5},2143516),$$

$$(m',m^{V})_1[l^{V2}+h^{V2}+l'^2+h'^2](q^{V}-q')=0'',000000\ (\bar{7},2448678),$$

$$(m',m^{V})_4[l^{V2}+h^{V2}+l'^2+h'^2](q^{V}-q')=-0'',000031\ (\bar{5},4886112),$$

$$(m',m^{V})_2[(l^{V2}-h^{V2})(q^{V}-q')+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p')]=-0,000005\ (\bar{6},6909779),$$

$$\overline{(m',m^{V})}=\frac{3m^{V}n'\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',048235\ (\bar{2},6833624),$$

$$\overline{(m',m^{V})}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{V}-q')+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p')]=0'',000005\ (\bar{6},6765340),$$

$$(m',m^{V})_{13}[(l'^2-h'^2)(q^{V}-q')+2l'h'(p^{V}-p')]=-0'',000000\ (\bar{7},2139874),$$

$$(m',m^{V})_{14}[(l'^2-h'^2)(q^{V}-q')+2l'h'(p^{V}-p')]=0'',000000\ (\bar{7},5833724),$$

$$2\,(m',m^{V})_{15}[(l'l^{V}+h'h^{V})(q^{V}-q')-(h^{V}l'-h'l^{V})p^{V}]=0'',000001\ (\bar{6},1083176),$$

$$2\,(m',m^{V})_{16}[(l'l^{V}+h'h^{V})(q^{V}-p')-(h^{V}l'-h'l^{V})p^{V}]=-0'',000001\ (\bar{6},1161236),$$

$$\frac{1}{3}(m',m^V)_4[(q^V-q')^3+(q^V-q')(p^V-p')^2-p^V(p^Vq'-q^Vp')] = -0'',000010\,(\bar{5},0207965),$$

$$(m',m^V)_1[(q^V-q')^3+(q^V-q')(p^V-p')^2-p^V(p^Vq'-q^Vp')] = 0'',000000\,(\bar{7},2541744),$$

$$\overline{(m',m^V)}_1 = \frac{3m^Vn'\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\overset{(1)}{b}_{-\frac{1}{2}} = -0'',492862\,(\bar{1},6927257),$$

$$\overline{(m',m^V)}_1[(q^V-q')^3+(q^V-q')(p^V-p')^2+2p^V(p^Vq'-q^Vp')] = -0'',000042\,(\bar{5},6206604),$$

$$\frac{1}{6}(m',m^V)_4[(q^V-q')^3+(q^V-q')(p^V-p')^2+2p^V(p^Vq'-q^Vp')] = 0'',000004\,(\bar{6},6316294),$$

$$(m',m^V)_{10}[2h'h^V(q^V-q')+(h^Vl'+h'l^V)p'-2l^Vh'p^V] = -0'',000057\,(\bar{5},7546767),$$

$$(m',m^V)_{11}[2h'h^V(q^V-q')+(h^Vl'+h'l^V)p-2l^Vh'p^V] = -0'',000059\,(\bar{5},7715318),$$

$$(m',m^V)_{12}[2h'h^V(q^V-q')+(h^Vl+h'l^V)p'-2l^Vh'p^V] = -0'',000000\,(\bar{7},5777082),$$

$$\frac{1}{2}(m',m^V)(q^V-q')(l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2) = -0'',000033\,(\bar{5},5224610).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000036$.

Венера и Уранъ.

$$(m',m^{VI})(q^{VI}-q') = -0'',000055\,(\bar{5},7372988),$$

$$\frac{1}{2}(m',m^{VI})[2(q'q^{VI}+p'p^{VI})(q^{VI}-q')-q^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{IV}-p')^2)-3q'(q^{VI2}-q'^2)-3p'(q^{VI}p^{VI}-q'p')]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{7},4775245),$$

$$(m',m^{VI})_1[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2](q^{VI}-q') = 0'',000000\,(\overline{10},4137553),$$

$$(m_{,}m^{VI})_4[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2](q^{VI}-q') = -0'',000000\,(\bar{7},2617401),$$

$$(m',m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p')] = -0'',000000\,(\bar{8},3284372),$$

$$\overline{(m',m^{VI})} = \frac{3m^{VI}n'\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\overset{(0)}{b}_{-\frac{1}{2}} = 0'',001177\,(\bar{3},0708664),$$

$$\overline{(m',m^{VI})}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p')] = 0'',000000\,(\bar{8},3249309),$$

$$(m',m^{VI})_{13}[(l'^2-h'^2)(q^{VI}-q')+2l'h'(p^{VI}-p')] = -0'',000000\,(\bar{9},884342),$$

$$(m',m^{VI})_{14}[(l'^2-h'^2)(q^{VI}-q')+2l'h'(p^{VI}-p')] = 0'',000000\,(\bar{8},2526590),$$

$$2(m',m^{VI})_{15}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(q^{VI}-q')-(h^{VI}l'-h'l^{VI})p^{VI}] = 0'',000000\,(\bar{7},8367297),$$

$$2(m',m^{VI})_{16}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(q^{VI}-q')-(h^{VI}l'-h'l^{VI})p^{VI}] = -0'',000000\,(\bar{7},8386338),$$

$$\frac{1}{3}(m',m^{VI})_4[(q^{VI}-q')^3+(q^{VI}-q')(p^{VI}-p')^2-p^{VI}(p^{VI}q'-q^{VI}p')] = -0'',000000\,(\bar{8},7528867),$$

$$(m',m^{VI})_1[(q^{VI}-q')^3+(q^{VI}-q')(p^{VI}-p')^2-p^{VI}(p^{VI}q'-q^{VI}p')] = 0'',000000\,(\overline{10},3820232),$$

$$\overline{(m',m^{VI})}_1 = \frac{3m^{VI}n'\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\overset{(1)}{b}_{-\frac{1}{2}} = -0'',001138\,(\bar{3},0561391),$$

$$\overline{(m',m^{VI})}_1[(q^{VI}-q')^3+(q^{VI}-q')(p^{VI}-p')^2+2p^{VI}(p^{VI}q'-q^{VI}p')] = 0'',000000\,(\bar{8},4504156),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m^{VI})_4[(q^{VI}-q')^3+(q^{VI}-q')(p^{VI}-p')^2+2p^{VI}(p^{VI}q'-q^{VI}p')] = -0'',000000\,(\bar{8},4701040),$$

$$(m',m^{VI})_{10}[2h'h^{VI}(q^{VI}-q')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})p'-2l^{VI}h'p^{VI}] = -0'',000000\,(\bar{7},9771218),$$

$$(m',m^{VI})_{11}[2h'h^{VI}(q^{VI}-q')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})p'-2l^{VI}h'p^{VI}] = -0'',000001\,(\bar{6},0172898),$$

$$(m',m^{VI})_{12}[2h'h^{VI}(q^{VI}-q')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})p'-2l^{VI}h'p^{VI}] = 0'',000000\,(\bar{9},1841495),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{VI})(q^{VI}-q')[l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2] = -0'',000000\,(\bar{7},4608120).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000001$.

Земля и Меркурій.

$$(m'',m)(q-q'') = 0'',00005626\,(\bar{3},7501997),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)[2(q''q+p''p)(q-q'')-q((q-q'')^2+(p-p'')^2)-3q''(q^2-q''^2)-3p''(qp-q''p'')]$$
$$= -0'',000042\,(\bar{5},6276603),$$

$$(m'',m)_1[(l^2+h^2+l''^2+h''^2)](q-q'') = -0'',000074\,(\bar{5},8719402),$$

$$(m'',m)_4[l^2+h^2+l''^2+h''^2](q-q'') = 0'',000604\,(\bar{4},7814359),$$

$$(m'',m)_2[(l^2-h^2)(q-q'')+2lh(p-p'')] = 0'',000024\,(\bar{5},3784504),$$

$$\overline{(m'',m)} = -0'',001179\,(\bar{3},0717219),$$

$$\overline{(m'',m)}[(l^2-h^2)(q-q'')+2lh(p-p'')] = 0'',000001\,(\bar{6},1298061),$$

$$(m,m'')_{13}[(l''^2-h''^2)(q-q'')+2l''h''(p-p'')] = 0'',000002\,(\bar{6},3055665),$$

$$(m'',m)_{14}[(l''^2-h''^2)(q-q'')+2l''h''(p-p'')] = -0'',000005\,(\bar{6},7074903),$$

$$2(m'',m)_{15}[(l''l+h''h)(q-q'')-(hl''-h''l)p] = -0'',000065\,(\bar{5},8164304),$$

$$2(m'',m)_{16}[(l''l+h''h)(q-q'')-(hl''-h''l)p] = 0'',000116\,(\bar{4},0637296),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m)_4[(q-q'')^3+(q-q'')(p-p'')^2-p(pq''-qp'')] = 0'',000071\,(\bar{5},8538036),$$

$$(m'',m)_1[(q-q'')^3+(q-q'')(p-p'')^2-p(pq''-qp'')] = -0'',000026\,(\bar{5},4214292),$$

$$\overline{(m'',m)_1} = -0'',013057\,(\bar{2},1158456),$$

$$\overline{(m,m'')_1}[(q-q'')^3+(q-q'')(p-p'')^2+2p(pq''-qp'')] = -0'',000017\,(\bar{5},2257265),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m)_4[(q-q'')^3+(q-q'')(p''-p)^2+2p(pq''-qp'')] = 0'',000036\,(\bar{5},5527736),$$

$$(m'',m)_{10}[2h''h(q-q'')+(hl''+h''l)p''-2lh''p] = 0'',000001\,(\bar{6},0904745),$$

$$(m'',m)_{11}[2h''h(q-q'')+(hl''+h''l)p''-2lh''p] = 0'',000003\,(\bar{6},5338242),$$

$$(m'',m)_{12}[2h''h(q-q'')+(hl''+h''l)p''-2lh''p] = 0'',000000\,(\bar{7},6515437),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)(q-q'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2) = 0'',000000\,(\bar{7},8994188).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000583$.

Земля и Венера.

$$(m'',m')(q'-q'') = 0'',080068\,(\bar{2},9034631),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m')[2(q''q'+p''p')(q'-q'')-q'((q'-q'')^2+(p'-p'')^2)-3q''(q'^2-q''^2)-3p''(q'p'-q''p'')]$$
$$= -0'',000141\,(\bar{4},1479134),$$

$$(m'',m')_1[l'^2+h'^2+l''^2+h''^2](q'-q'') = -0'',000091\,(\bar{5},9590345),$$

$$(m'',m')_4[l'^2+h'^2+l''^2+h''^2](q'-q'') = 0'',000324\,(\bar{4},5102165),$$

$$(m'',m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q'')+2l'h'(p'-p'')] = 0'',000021\,(\bar{5},3139955),$$

$$\overline{(m',m'')} = -18'',513436\,(1,2674870),$$

$$\overline{(m'',m')}[(l'^2-h'^2)(q'-q'')+2l'h'(p'-p'')] = 0'',000052\,(\bar{5},7130912),$$

$$(m'',m')_{13}[(l''^2-h''^2)(q'-q'')+2l''h''(p'-p'')] = 0'',000147\,(\bar{4},1662621),$$

$$(m'',m')_{14}[(l''^2-h''^2)(q'-q'')+2l''h''(p'-p'')] = -0'',000440\,(\bar{4},6431249).$$

$$2(m'',m')_{15}[(l'l''+h'h'')(q'-q'')-(h'l''-h''l')p'] = 0'',000013\,(\bar{5},1104632),$$

$$2(m'',m')_{16}[(l'l''+h'h'')(q'-q'')-(h'l''-h''l')p'] = -0'',000113\,(\bar{4},0516504),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m')_4[(q'-q'')^3+(q'-q'')(p'-p'')^2-p'(p'q''-q'p'')] = 0'',001151\,(\bar{3},0611157),$$

$$(m'',m')_1[(q'-q'')^3+(q'-q'')(p''-p')^2-p'(p'q''-q'p'')] = -0'',000971\,(\bar{4},9870550),$$

$$\overline{(m'',m')}_1 = 1'',626635\,(0,2112901),$$

$$\overline{(m'',m')}_1[(q'-q'')^3+(q'-q'')(p'-p'')^2+2p'(p'q''-q'p'')] = 0'',000088\,(\bar{5},9464135),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m')_4[(q'-q'')^3+(q'-q'')(p'-p'')^2+2p'(p'q''-q'p'')] = 0'',000575\,(\bar{4},7600857),$$

$$(m'',m')_{10}[2h''h'(q'-q'')+(h'l''+h''l')p''-2l'h''p'] = 0'',000013\,(\bar{5},1030738),$$

$$(m'',m')_{11}[2h''h'(q'-q'')+(h'l''+h''l')p''-2l'h''p'] = 0'',000719\,(\bar{4},8569811),$$

$$(m'',m')_{12}[2h''h'(q'-q'')+(h'l''+h''l')p''-2l'h''p'] = -0'',000204\,(\bar{4},3105524),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m')(q'-q'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2) = 0'',000011\,(\bar{5},0526822).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',002390$.

Земля и Марсъ.

$$(m'',m''')(q'''-q'') = 0'',006452\,(\bar{3},8096706),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m''')[2(q''q'''+p'''p'')(q'''-q'')-q'''((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)-3q''(q'''^2-q''^2)-3p''(q'''p'''-q''p'')]$$
$$= -0'',000003\,(\bar{6},5278442),$$

$$(m'',m''')_1[l'''^2+h'''^2+l''^2+h''^2](q'''-q'') = -0'',000115\,(\bar{4},0621735),$$

$$(m'',m''')_4[l'''^2+h'''^2+l''^2+h''^2](q'''-q'') = 0'',000452\,(\bar{4},6548146),$$

*

$$(m'',m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q'')+2l'''h'''(p'''-p'')]=0'',000017\,(\bar{5},2215700),$$

$$\overline{(m'',m''')}=\frac{3m'''n''\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',546258\,(\bar{1},7373978),$$

$$\overline{(m'',m''')}\,[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q'')+2l'''h'''(p'''-p'')]=-0'',000035\,(\bar{5},5456763),$$

$$(m'',m''')_{13}[(l''^2-h''^2)(q'''-q'')+2l''h''(p'''-p'')]=0'',000005\,(\bar{6},7039013),$$

$$(m'',m''')_{14}[(l''^2-h''^2)(q'''-q'')+2l''h''(p'''-p'')]=-0'',000014\,(\bar{5},1526172),$$

$$2\,(m'',m''')_{15}[(l''l'''+h''h''')(q'''-q'')-(h'''l''-h''l''')p''']=-0'',000000\,(\bar{8},2901459),$$

$$2\,(m'',m''')_{16}[l''l'''+h''h''')(q'''-q'')-(h'''l''-h''l''')p'']=0'',000025\,(\bar{5},4061143),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m''')_4[(q'''-q'')^3+(q'''-q'')(p'''-p'')^2-p'''(p'''q''-q'''p'')]=0'',000017\,(\bar{5},2440560),$$

$$(m'',m''')_1[(q'''-q'')^3+(q'''-q'')(p'''-p'')^2-p''(p'''q''-q'''p'')]=-0'',000013\,(\bar{5},1285362),$$

$$\overline{(m'',m''')}_1=\frac{3m'''n''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16\,(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=0'',024537\,(\bar{2},3898266),$$

$$\overline{(m'',m''')}_1[(q'''-q'')^3+(q'''-q'')(p'''-p'')^2+2p'''(p'''q''-q'''p'')]=0'',000000\,(\bar{7},7441964),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m''')_4[(q'''-q'')^3+(q'''-q'')(p'''-p'')^2+2p'''(p'''q''-q'''p'')]=0'',000009\,(\bar{6},9430260),$$

$$(m'',m''')_{10}[2h''h'''(q'''-q'')+(h'''l''+h''l''')p''-2l''h''p''']=-0'',000010\,(\bar{5},0029168),$$

$$(m'',m''')_{11}[2h''h'''(q'''-q'')+(h'''l''+h''l''')p''-2l''h''p''']=-0'',000241\,(\bar{4},3819060),$$

$$(m'',m''')_{12}[2h''h'''(q'''-q'')+(h'''l''+h''l''')p''-2l'''h''p''']=0'',000063\,(\bar{5},7969724),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m''')(q'''-q'')[l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2]=0'',000000\,(\bar{7},9588897).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000801$.

Земля и Юпитеръ.

$$(m'',m^{IV})(q^{IV}-q'')=-0'',023724\,(\bar{2},3751879),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{IV})[2(q''q^{IV}+p''p^{IV})(q^{IV}-q'')-q^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)-3q''(q^{IV2}-q''^2)-3p''(q^{IV}p^{IV}-q''p'')]$$
$$=0'',000006\,(\bar{6},7954738),$$

$$(m'',m^{IV})_1[l^{IV2}+h^{IV2}+l''^2+h''^2](q^{IV}-q'')=0'',000004\,(\bar{6},5666411),$$

$$(m'',m^{IV})_4[l^{IV2}+h^{IV2}+l''^2+h''^2](q^{IV}-q'')=-0'',000104\,(\bar{4},0208913),$$

$$(m'',m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q'')+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p'')]=-0'',000023\,(5,3690520),$$

$$\overline{(m'',m^{IV})}=\frac{3m^{IV}n''\alpha^3\,(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=1'',429374\,(0,1551459),$$

$$\overline{(m'',m^{IV})}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q'')+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p'')]=0'',000018\,(\bar{5},2596330),$$

$$(m'',m^{IV})_{13}[(l''^2-h''^2)(q^{IV}-q'')+2l''h''(p^{IV}-p'')]=0'',000007\,(\bar{6},8228921),$$

$$(m'',m^{IV})_{14}[(l''^2-h''^2)(q^{IV}-q'')+2l''h''(p^{IV}-p'')]=-0'',000016\,(\bar{5},1997736),$$

$$2(m'',m^{IV})_{15}[(l''l^{IV}+h''h^{IV})(q^{IV}-q'')-(h^{IV}l''-h''l^{IV})p^{IV}]=-0'',000674\,(\bar{4},8287556),$$

$$2(m'',m^{IV})_{16}[(l''l^{IV}+h''h^{IV})(q^{IV}-q'')-(h^{IV}l''-h''l^{IV})p^{IV}]=0'',000761\,(\bar{4},8812147),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m^{IV})_4[(q^{IV}-q'')^3+(q^{IV}-q'')(p^{IV}-p'')^2-p^{IV}(p^{IV}q''-q^{IV}p'')]=-0'',000007\,(\bar{6},8499455)_4$$

$$(m'',m^{IV})_1[(q^{IV}-q'')^3+(q^{IV}-q'')(p^{IV}-p'')^2-p^{IV}(p^{IV}q''-q^{IV}p'')]=0'',000000\,(\bar{7},8728166),$$

$$\overline{(m'',m^{IV})}_1=\frac{3m^{IV}n''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-1'',693254\,(0,2287221),$$

$$\overline{(m'',m^{IV})}_1[(q^{IV}-q'')^3+(q^{IV}-q'')(p^{IV}-p'')^2+2p^{II}(p^{IV}q''-q^{IV}p'')]=0'',000003\,(\bar{6},4767914),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^{IV})_4[(q^{IV}-q'')^3+(q^{IV}-q'')(p^{IV}-p'')^2+2p^{IV}(p^{IV}q''-q^{IV}p'')]=-0'',000003\,(\bar{6},5489155),$$

$$(m'',m^{IV})_{10}[2h''h^{IV}(q^{IV}-q'')+(h^{IV}l''+h''l^{IV})p''-2l^{IV}h''p^{IV}]=-0'',000833\,(\bar{4},9207915),$$

$$(m'',m^{IV})_{11}[2h''h^{IV}(q^{IV}-q'')+(h^{IV}l''+h''l^{IV})p-2l^{IV}h''p^{IV}]=-0'',001069\,(\bar{3},0290910),$$

$$(m'',m^{IV})_{12}[2h''h^{IV}(q^{IV}-q'')+(h^{IV}l''+h''l^{IV})p''-2l^{IV}h''p^{IV}]=0'',000041\,(\bar{5},6185965),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{IV})(q^{IV}-q'')[l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2]=-0'',000003\,(\bar{6},5247570).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000104$.

Земля и Сатурнъ.

$$(m'',m^V)(q^V-q'')=-0'',005295\,(\bar{3},7239022),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^V)[2(q''q^V+p''p^V)(q^V-q'')-q^V((q^V-q'')^2+(p^V-p'')^2)-3q''(q^{V2}-q''^2)-3p''(q^Vp^V-q''p'')]$$
$$=0'',000005\,(\bar{6},70068767),$$

$$(m'',m^V)_1[l^{V2}+h^{V2}+l''^2+h''^2](q^V-q'')=0'',000003\,(\bar{6},4865013),$$

$$(m'',m^V)_4[l^{V2}+h^{V2}+l''^2+h''^2](q^V-q'')=-0'',000028\,(\bar{5},4520306),$$

$$(m'',m^V)_2[(l^{V2}-h^{V2})(q^V-q'')+2l^Vh^V(p^V-p'')=-0'',000004\,(\bar{6},6565878),$$

$$\overline{(m'',m^V)}=\frac{3m^Vn''\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',077122\,(\bar{2},8871801),$$

$$\overline{(m'',m^V)}[(l^{V2}-h^{V2})(q^V-q'')+2l^Vh^V(p^V-p'')]=0'',000004\,(\bar{6},6282529),$$

$$(m'',m^V)_{13}[(l''^2-h''^2)(q^V-q'')+2l''h''(p^V-p'')]=-0'',000000\,(\bar{7},1950408),$$

$$(m'',m^V)_{14}[(l''^2-h''^2)(q^V-q'')+2l''h''(p^V-p'')]=0'',000000\,(\bar{7},5657016),$$

$$2(m'',m^V)_{15}[(l''l^V+h''h^V)(q^V-q'')-(h^Vl''-h''l^V)p^V]=0'',000026\,(\bar{5},4091115),$$

$$2(m'',m^V)_{16}[(l''l^V+h''h^V)(q^V-q'')-(h^Vl''-h''l^V)p'']=-0'',000026\,(\bar{5},4240276),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m^V)_4[(q^V-q'')^3+(q^V-q'')(p^V-p'')^2-p^V(p^Vq''-q^Vp'')]=-0'',000005\,(\bar{6},7168232),$$

$$(m'',m^V)_1\,[(q^V-q'')^3+(q^V-q'')(p^V-p'')^2-p^V(p^Vq''-q^Vp'')]=0'',000002\,(\bar{6},2284152),$$

$$\overline{(m'',m^V)}_1=\frac{3m^Vn''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',080453\,(\bar{2},9056501),$$

$$\overline{(m'',m^V)}\,[(q^V-q'')^3+(q^V-q'')(p^V-p'')^2+2p^V(p^Vq''-q^Vp'')]=0'',000002\,(\bar{6},3947509),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^V)_4\,[(q^V-q'')^3+(q^V-q'')(p^V-p'')^2+2p^V(p^Vq''-q^Vp'')]=-0'',000003\,(\bar{5},4157932),$$

$$(m'',m^V)_{10}\,[2h''h^V(q^V-q'')+(h^Vl''+h''l^V)p''-2l^Vh''p^V]=-0'',000064\,(\bar{5},8036736),$$

$$(m'',m^V)_{11}\,[2h''h^V(q^V-p'')+(h^Vl''+h''l^V)p''-2l^Vh''p^V]=-0'',000068\,(\bar{5},8358858),$$

$$(m'',m^V)_{12}\,[2h''^2h^V(q^V-q'')+(h^Vl''+h''l^V)p''-2l^Vh''p^V)]=0'',000000\,(\bar{7},8741804),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^V)(q^V-q'')(l''^2+h''^2+3p''^2-q''^2)=-0'',000000\,(\bar{7},8731213).$$

Слѣд. сумма членовъ ьретьяго порядка $=0'',000024$.

Земля и Уранъ.

$$(m'',m^{VI})(q^{VI}-q'')=-0'',000030\,(\bar{5},4849513),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{VI})[2(q''q^{VI}+p''p^{VI})(q^{VI}-q'')-q^{VI}((q^{VI}-q'')^2+(p^{VI}-p'')^2)-3q''(q^{VI2}-q''^2)-3p''(q^{VI}p^{VI}-q''p'')],$$
$$=-0'',000000\,(\bar{9},4457074),$$

$$(m'',m^{VI})_1\,(l^{VI2}+h^{VI2}+l''^2+h''^2)(q^{VI}-q'')=-0'',000000\,(\overline{10},4875477),$$

$$(m'',m^{VI})_4\,(l^{VI2}+h^{VI2}+l''^2+h''^2)(q^{VI}-q'')=0'',000000\,(\bar{7},0549895),$$

$$(m'',m^{VI})_2\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q'')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p'')]=0,000000\,(\bar{9},8965760),$$

$$\overline{(m'',m^{VI})}=\frac{3m^{VI}n''\alpha^3(1''-7\alpha^2)}{32(1-7\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=0'',001906\,(\bar{3},2802594),$$

$$\overline{(m'',m^{VI})}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q'')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p'')]=-0'',000000\,(\bar{9},8898538),$$

$$(m'',m^{VI})_{13}\,[(l''^2-h''^2)(q^{VI}-q'')+2l''h''(p^{VI}-p'')=0'',000000\,(\bar{8},1151334),$$

$$(m'',m^{VI})_{14}\,[(l''^2-h''^2)(q^{VI}-q'')+2l''h''(p^{VI}-p'')]=-0'',000000\,(\bar{8},4837766),$$

$$2(m'',m^{VI})_{15}\,[(l''l^{VI}+h''h^{VI})(q^{VI}-q'')-(h^{VI}l''-h''l^{VI})p^{VI}]=0'',000001\,(\bar{6},0859237),$$

$$2(m'',m^{VI})_{16}\,[(l''l^{VI}+h''h^{VI})(q^{VI}-q'')-(h^{VI}l''-h''l^{VI})p^{VI}]=-0'',000001\,(\bar{6},0896228),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m^{VI})_4\,[(q^{VI}-q'')^3+(q^{VI}-q'')(p^{VI}-p'')^2-p^{VI}(p^{VI}q''-q^{VI}p'')]=0'',000000\,(\bar{9},4496913),$$

$$(m'',m^{VI})_1\,[(q^{VI}-q'')^3+(q^{VI}-q'')(p^{VI}-p'')^2-p^{VI}(p^{VI}q''-q^{VI}p'')]=-0'',000000\,(\overline{11},3593708),$$

$$\overline{(m'',m^{VI})}_1=\frac{3m^{VI}n''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',001926\,(\bar{3},2847053),$$

$$\overline{(m'',m^{VI})}_1\,[(q^{VI}-q'')^3+(q^{VI}-q'')(p^{VI}-p'')^2+2p^{VI}(p^{VI}q''-p''q^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},1385893),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^{VI})_4\,[(q^{VI}-q'')^3+(q^{VI}-q'')(p^{VI}-p'')^2+2p^{VI}(p^{VI}q''-q^{VI}p'')]=0'',000000\,(\bar{9},1486613),$$

$$(m'',m^{VI})_{10}\,[2h''h^{VI}(q^{VI}-q'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})p''-2l^{VI}h''p^{VI}]=0'',000002\,(\bar{6},3105202),$$
$$(m'',m^{VI})_{11}\,[2h''h^{VI}(q^{VI}-q'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})p''-2l^{VI}p^{VI}h'']=0'',000002\,(\bar{6},3184858),$$
$$(m'',m^{VI})_{12}\,[2h''h^{VI}(q^{VI}-q'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})p''-2l^{VI}h''p^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{9},8016089),$$
$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{VI})(q^{VI}-q'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2)=0'',000000\,(\bar{9},6341704),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Марсъ и Меркурій.

$$(m''',m)(q-q''')=0'',000803\,(\bar{4},9049350),$$
$$\tfrac{1}{2}(m''',m)[2(q'''q+p'''p)(q-q''')-q((q-q''')^2+(p-p''')^2)-3q'''(q^2-q'''^2)-3p'''(qp-q'''p''')]$$
$$=-0'',000007\,(\bar{6},8435135),$$
$$(m''',m)_1(h^2+l^2+h'''^2+l'''^2)(q-q''')=-0'',000004\,(\bar{6},5981690),$$
$$(m''',m)_4(h^2+l^2+h'''^2+l'''^2)(q-q''')=0'',000076\,(\bar{5},8839611),$$
$$(m''',m)_2[(l^2-h^2)(q-q''')+2lh(p-p''')=0'',000003\,(\bar{6},4824370),$$
$$\overline{(m''',m)}=0'',002022\,(\bar{3},3058028),$$
$$\overline{(m''',m)}\,[(l^2-h^2)(q-q''')+2lh(p-p''')]=-0'',000002\,(\bar{6},2551147),$$
$$(m''',m)_{13}[(l'''^2-h'''^2)(q-q''')+2l'''h'''(p-p''')]=0'',000001\,(\bar{6},1781568),$$
$$(m''',m)_{14}[(l'''^2-h'''^2)(q-q''')+2l'''h'''(p-p''')]=-0'',000004\,(\bar{6},5626985),$$
$$2(m''',m)_{15}[(ll'''+hh''')(q-q''')-(hl'''-h'''l)p]=0'',000095\,(\bar{5},9786275),$$
$$2(m''',m)_{16}[(ll'''+hh''')(q-q''')-(hl'''-h'''l)p]=-0'',000118\,(\bar{4},0735147),$$
$$\tfrac{1}{3}(m''',m)_4[(q-q''')^3+(q-q''')(p-p''')^2-p(pq'''-qp''')]=0'',000004\,(\bar{6},6232494),$$
$$(m''',m)_1[(q-q''')^3+(q-q''')(p-p''')^2-p(pq'''-qp''')]=-0'',000000\,(\bar{7},8145786),$$
$$\overline{(m''',m)_1}=-0'',002918\,(\bar{3},4651117),$$
$$\overline{(m''',m)_1}[(q-q''')^3+(q-q''')(p-p''')^2+2p(pq'''-qp''')]=-0'',000001\,(\bar{6},1618175),$$
$$\tfrac{1}{6}(m''',m)_4[(q-q''')^3+(q-q''')(p-p''')^2+2p(pq'''-qp''')]=0'',000002\,(\bar{6},2907338),$$
$$(m''',m)_{10}[2hh'''(q-q''')+(hl'''+h'''l)p'''-2lh'''p]=-0'',000009\,(\bar{6},9861628),$$
$$(m''',m)_{11}[2hh'''(q-q''')+(hl'''+h'''l)p'''-2lh'''p]=-0'',000015\,(\bar{5},1755673),$$
$$(m''',m)_{12}[2hh'''(q-q''')+(hl'''+h'''l)p'''-2lh'''p]=0'',000000\,(\bar{7},9866861),$$
$$\tfrac{1}{2}(m''',m)(q-q''')(l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2]=0'',000005\,(\bar{6},6766658).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000112$.

Марсъ и Венера.

$$(m''',m')(q'-q''') = -0'',002888\,(\bar{3},4607327),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m')[2(q'''q'+p'''p')(q'-q''')-q'((q'-q''')^2+(p'-p''')^2)-3q'''(q'^2-q'''^2)-3p'''(q'p'-q'''p''')$$
$$= -0'',000012\,(\bar{5},0705590),$$

$$(m''',m')_1[l'^2+h'^2+l'''^2+h'''^2](q'-q''') = 0'',000014\,(\bar{5},1528408),$$

$$(m''',m')_4[l'^2+h'^2+l'''^2+h'''^2](q'-q''') = -0'',000084\,(\bar{5},9251661),$$

$$(m''',m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q''')+2l'h'(p'-p''') = 0'',000000\,(\bar{7},4223208),$$

$$\overline{(m''',m')} = -0'',122868\,(\bar{1},0894399),$$

$$\overline{(m''',m')}[(l'^2-h'^2)(q'-q''')+2l'h'(p'-p''')] = 0'',000000\,(\bar{7},2537928),$$

$$(m''',m')_{13}[(l'''^2-h'''^2)(q'-q''')+2l'''h'''(p'-p''')] = 0'',000147\,(\bar{4},1690517),$$

$$(m''',m')_{14}[(l'''^2-h'''^2)(q'-q''')+2h'''l'(p'-p''')] = -0'',000812\,(\bar{4},9093567),$$

$$2(m''',m')_{15}[(l'l'''+h'h''')(q'-q''')-(h'l'''-h'''l')p'] = 0'',000009\,(\bar{6},9834382),$$

$$2(m''',m')_{16}[(l'l'''+h'h''')(q'-q''')-(h'l'''-h'''l')p'] = -0'',000025\,(\bar{5},4034990),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''',m')_4[(q'-q''')^3+(q'-q''')(p'-p''')^2-p'(p'q'''-q'p''')] = -0'',000029\,(\bar{5},4694035),$$

$$(m''',m')_1[(q'-q''')^3+(q'-q''')(p'-p''')^2-p'(p'q'''-q'p''')] = 0'',000015\,(\bar{5},1741995),$$

$$\overline{(m',m''')_1} = -0'',073210\,(\bar{2},8645726_1$$

$$\overline{(m''',m')_1}[(q'-q''')^3+(q'-q''')(p'-p''')^2+2p'(p'q'''-q'p''')] = -0'',000007\,(\bar{6},8285492),$$

$$\tfrac{1}{6}(m''',m')_4[(q'-q''')^3+(q'-q''')(p'-p''')^2+2p'(p'q'''-q'p''')] = 0'',000024\,(\bar{5},3800711),$$

$$(m''',m')_{10}[2h'h'''(q'-q''')+(h'l'''+h'''l')p'''-2l'h'''p'] = -0'',000001\,(\bar{6},1281162),$$

$$(m''',m')_{11}[2h'h'''(q'-q''')+(h'l'''+h'''l')p'''-2l'h'''p'] = -0'',000006\,(\bar{6},8038278),$$

$$(m''',m')_{12}[2h'h'''(q'-q''')+(h'l'''+h'''l')p'''-2l'h'''p'] = 0'',000001\,(\bar{6},0512081),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m')(q'-q''')(l'''^2+h'''^2+3q'''^2+3p'''^2) = -0'',000017\,(\bar{5},2324635).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000939$.

Марсъ и Земля.

$$(m''',m'')(q''-q''') = -0'',038992\,(\bar{2},5909726),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m'')[2(q'''q''+p'''p'')(q''-q''')-q''((q''-q''')^2+(p''-p''')^2)-3q'''(q''^2-q'''^2)-3p'''(p''q''-q''p''')]$$
$$= 0'',000061\,(\bar{5},7862616),$$

$$(m''',m'')_1[l''^2+h''^2+l'''^2+h'''^2](q''-q''') = 0'',000697\,(\bar{4},8434755),$$

$$(m'''_{,}m'')_4\,[l''^2+h''^2+l'''^2+h'''^2]\,(q''-q''')=-0'',002730\,(\bar{3},4361166),$$

$$(m'''_{,}m'')_2\,[(l''^2-h''^2)(q''-q''')+2l''h''(p''-p''')]=-0,000012\,(\bar{5},0965964),$$

$$\overline{(m'''_{,}m'')}=-3'',301413\,(0,5186998),$$

$$\overline{(m'''_{,}m'')}\,[(l''^2-h''^2)(q''-q''')+2l''h''(p''-p''')]=-0'',000026\,(\bar{5},4207027),$$

$$(m'''_{,}m'')_{13}[(l'''^2-h'''^2)(q''-q''')+2l'''h'''(p''-p''')]=-0'',000246\,(\bar{4},3914114),$$

$$(m'''_{,}m'')_{14}[(l'''^2-h'''^2)(q''-q''')+2l'''h'''(p''-p''')]=0'',000692\,(\bar{4},8401278),$$

$$2\,(m'''_{,}m'')_{15}\,[(l'''l''+h'''h'')(q''-q''')-(h''l'''-h'''l'')p'']=-0'',000000\,(\bar{7},4024062),$$

$$2\,(m'''_{,}m'')_{16}\,[l'''l''+h'''h'')(q''-q''')-(h''l'''-h'''l'')\,p'']=0'',000330\,(\bar{4},5184246),$$

$$\tfrac{1}{3}\,(m'''_{,}m'')_4\,[(q''-q''')^3+(q''-q''')(p''-p''')^2-p''(p''q'''-q''p''')]=-0'',000106\,(\bar{4},0253580),$$

$$(m'm'')_1\,[(q''-q''')^3+(q''-q''')(p''-p''')^2-p''(p''q'''-q''p''')]=0'',000081\,(\bar{5},9098382),$$

$$\overline{(m'''_{,}m')_1}=0'',148295\,(1,1711286),$$

$$\overline{(m'''_{,}m'')}_1\,[(q''-q''')^3+(q''-q''')(p''-p''')^2+2p''(p''q'''-q''p''')]=-0'',000003\,(\bar{6},5254992),$$

$$\tfrac{1}{6}\,(m'''_{,}m'')_4\,[(q''-q''')^3+(q''-q'')(p''-p''')^2+2p''(p''q'''-q''p''')]=-0'',000053\,(\bar{5},7243280),$$

$$(m'''_{,}m'')_{10}\,[2h''h'''(q''-q''')+(h''l''+h'''l'')p'''+2l''h'''p'']=0'',000042\,(\bar{5},6230283),$$

$$(m'''_{,}m'')_{11}\,[2h'''h''(q''-q''')+(h''l''+h'''l')p'''-2l'h'''p'']=0'',001004\,(\bar{3},0020173),$$

$$(m'''_{,}m'')_{12}\,[2h''h'''(q''-q'')+(h''l'''+h'''l'')p'''-2l''h'''p'']=-0'',000261\,(\bar{4},4170837),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'''_{,}m'')\,(q''-q''')\,[l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2]=-0'',000230\,(\bar{4},3627034).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',005544$.

Марсъ и Юпитеръ.

$$(m'''_{,}m^{IV})\,(q^{IV}-q''')=-0'',365741\,(\bar{1},5631740),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'''_{,}m^{IV})[2(q'''q^{IV}+p'''p^{IV})(q^{IV}-q''')-q^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)-3q'''(q^{IV2}-q'''^2)-3p'''(q^{IV}p^{IV}-q'''p''')]$$
$$=0'',000374\,(\bar{4},5733268),$$

$$(m'''_{,}m^{IV})_1\,[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2]\,(q^{IV}-q''')=0'',000620\,(\bar{4},7921802),$$

$$(m'''_{,}m^{IV})_4\,[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2]\,(q^{IV}-q''')=-0'',008102\,(\bar{3},9085933),$$

$$(m'''_{,}m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q''')+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p''')]=0'',000225\,(\bar{4},3515948),$$

$$\overline{(m'''_{,}m^{IV})}=\frac{3m^{IV}n'''\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}=1'',806086\,(0,2567384),$$

$$\overline{(m'''_{,}m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q''')+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p''')]=-0'',000099\,(\bar{5},9958358),$$

$$(m'''_{,}m^{IV})_{13}\,[(l'''^2-h'''^2)(q^{IV}-q''')+2l'''h'''(p^{IV}-p''')]=0'',002213\,(\bar{3},3450137),$$

$$(m''', m^{IV})_{14}[(l'''^2 - h'''^2)(q^{IV} - q''') + 2l'''h'''(p^{IV} - p''')] = -0'',003573\ (\bar{3},5531356),$$

$$2(m''', m^{IV})_{15}[(l'''l^{IV} + h'''h^{IV})(q^{IV} - q''') - (h^{IV}l''' - h'''l^{IV})p^{IV}] = 0'',007575\ (\bar{3},8793925),$$

$$2(m''', m^{IV})_{16}[(l'''l^{IV} + h'''h^{IV})(q^{IV} - q''') - (h^{IV}l''' - h'''l^{IV})p^{IV}] = -0'',010209\ (\bar{2},0089876),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''', m^{IV})_{4}[(q^{IV} - q''')^3 + (q^{IV} - q''')(p^{IV} - p''')^2 - p^{IV}(p^{IV}q''' - q^{IV}p''')] = -0'',000281\ (\bar{4},4488191),$$

$$(m''', m^{IV})_{1}[(q^{IV} - q''')^3 + (q^{IV} - q''')(p^{IV} - p''')^2 - p^{IV}(p^{IV}q''' - q^{IV}p''')] = 0'',000064\ (\bar{5},8095273),$$

$$\overline{(m''', m^{IV})}_1 = \frac{3m^{IV}n'''\alpha^2(1 - 3\alpha^2 + \alpha^4)}{16(1 - \alpha^2)^4}\, b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} = -3'',282281\ (0,5161758),$$

$$\overline{(m''', m^{IV})}_1[(q^{IV} - q''')^3 + (q^{IV} - q''')(p^{IV} - p''')^2 + 2p^{IV}(p^{IV}q''' - q^{IV}p''')] = -0'',000034\ (\bar{5},5285912),$$

$$\tfrac{1}{6}(m''', m^{IV})_{4}[(q^{IV} - q''')^3 + (q^{IV} - q''')(p^{IV} - p''')^2 + 2p^{IV}(p^{IV}q''' - q^{IV}p''')] = 0'',000050\ (\bar{5},7032315),$$

$$(m''', m^{IV})_{10}[2h'''h^{IV}(q^{IV} - q''') + (h^{IV}l''' + h'''l^{IV})p''' - 2l^{IV}h'''p^{IV}] = 0'',002312\ (\bar{3},3640655),$$

$$(m''', m^{IV})_{11}[2h'''h^{IV}(q^{IV} - q''') + (h^{IV}l''' + h'''l^{IV})p''' - 2l^{IV}h'''p^{IV}] = 0'',004131\ (\bar{3},6160920),$$

$$(m''', m^{IV})_{12}[2h'''h^{IV}(q^{IV} - q''') + (h^{IV}l''' + h'''l^{IV})p''' - 2l^{IV}h'''p^{IV}] = -0'',000343\ (\bar{4},5353142),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''', m^{IV})(q^{IV} - q''')[l'''^2 + h'''^2 + 3p'''^2 + 3q'''^2] = -0'',002162\ (\bar{3},3349048).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000221$.

Марсъ и Сатурнъ.

$$(m''', m^{V})(q^{V} - q''') = -0'',023860\ (\bar{2},3776776),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''', m^{V})[2(q'''q^{V} + p'''p^{V})(q^{V} - q''') - q^{V}((q^{V} - q''')^2 + (p^{V} - p''')^2) - 3q'''(q^{V2} - q'''^2) - 3p'''(q^{V}p^{V} - q'''p''')]$$
$$= 0'',000025\ (\bar{5},3947906),$$

$$(m''', m^{V})_1[l^{V2} + h^{V2} + l'''^2 + h'''^2](q^{V} - q''') = 0'',000011\ (\bar{5},0564309),$$

$$(m''', m^{V})_4[l^{V2} + h^{V2} + l'''^2 + h'''^2](q^{V} - q''') = -0'',000462\ (\bar{4},6647283),$$

$$(m''', m^{V})_2[(l^{V2} - h^{V2})(q^{V} - q''') + 2l^{V}h^{V}(p^{V} - p''') = -0'',000019\ (\bar{5},2918026),$$

$$\overline{(m''', m^{V})} = \frac{3m^{V}n'''\alpha^3(1 - 7\alpha^2)}{32(1 - \alpha^2)^4}\, b^{(0)}_{-\frac{1}{2}} = 0'',137441\ (\bar{1},1381177),$$

$$\overline{(m''', m^{V})}[(l^{V2} - h^{V2})(q^{V} - q''') + 2l^{V}h^{V}(p^{V} - p''')] = 0'',000017\ (\bar{5},2208672),$$

$$(m''', m^{V})_{13}[(l'''^2 - h'''^2)(q^{V} - q''') + 2l'''h'''(p^{V} - p''')] = 0'',000150\ (\bar{4},1766595),$$

$$(m''', m^{V})_{14}[(l'''^2 - h'''^2)(q^{V} - q''') + 2l'''h'''(p^{V} - p''')] = -0'',000355\ (\bar{4},5508226),$$

$$2(m''', m^{V})_{15}[(l'''l^{V} + h'''h^{V})(q^{V} - q''') - (h^{V}l''' - h'''l^{V})p^{V}] = 0'',000394\ (\bar{4},5953672),$$

$$2(m''', m^{V})_{16}[(l'''l^{V} + h'''h^{V})(q^{V} - q'') - (h^{V}l''' - h'''l^{V})p'''] = -0'',000428\ (\bar{4},6310914),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''', m^{V})_4[(q^{V} - q''')^3 + (q^{V} - q''')(p^{V} - p''')^2 - p^{V}(p^{V}q''' - q^{V}p''')] = -0'',000040\ (\bar{5},5987960),$$

$$(m''',m^{V})_1[(q^{V}-q''')^3+(q^{V}-q''')(p^{V}-p''')^2-p^{V}(p^{V}q'''-q^{V}p''')] = 0'',000003\,(\bar{6},4676199),$$

$$\overline{(m''',m^{V})_1} = \frac{3m^{V}n'''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} = -\,0'',153154\,(\bar{1},1851304),$$

$$\overline{(m''',m^{V})_1}[(q^{V}-q''')^3+(q^{V}-q''')(p^{V}-p''')^2+2p^{V}(p^{V}q'''-q^{V}p''')] = -\,0'',000006\,(\bar{6},7598560),$$

$$\tfrac{1}{6}(m''',m^{V})_4[(q^{V}-q''')^3+(q^{V}-q''')(p^{V}-p''')^2+2p^{V}(p^{V}q'''-q^{V}p''')] = 0'',000006\,(\bar{6},8092333),$$

$$(m''',m^{V})_{10}[2h'''h^{V}(q^{V}-q''')+(h^{V}l'''+h'''l^{V})p'''-2l^{V}h'''p^{V}] = 0'',000744\,(\bar{4},8717660),$$

$$(m''',m^{V})_{11}[2h'''h^{V}(q^{V}-p''')+(h^{V}l'''+h'''l^{V})p'''-2l^{V}h'''p^{V}] = 0'',000884\,(\bar{4},9465518),$$

$$(m''',m^{V})_{12}[2h'''^2h^{V}(q^{V}-q''')+(h^{V}l'''+h'''l^{V})p'''-2l^{V}h'''p^{V})] = -\,0'',000024\,(\bar{5},3841690),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{V})(q^{V}-q''')(l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2) = -\,0'',000141\,(\bar{4},1494084).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -\,0'',000059$.

Марсъ и Уранъ.

$$(m''',m^{VI})(q^{VI}-q''') = -\,0'',000259\,(\bar{4},4126442),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m^{VI})[2(q'''q^{VI}+p'''p^{VI})(q^{VI}-q''')-q^{VI}((q^{VI}-q''')^2+(p^{VI}-p''')^2)-3q'''(q^{VI2}-q'''^2)-3p'''(q^{VI}p^{VI}-q'''p''')]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{7},0948117),$$

$$(m''',m^{VI})_1(l^{VI2}+h^{VI2}+l'''^2+h'''^2)(q^{VI}-q''') = 0'',000000\,(\bar{8},4300758),$$

$$(m''',m^{VI})_4(l^{VI2}+h^{VI2}+l'''^2+h'''^2)(q^{VI}-q''') = -\,0'',000004\,(\bar{6},6338617),$$

$$(m''',m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q''')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p''')] = 0,000000\,(\bar{8},9575189),$$

$$\overline{(m''',m^{VI})} = \frac{3m^{VI}n'''\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}} = 0'',003548\,(\bar{3},5500102),$$

$$\overline{(m''',m^{VI})}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q''')+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p''')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},9416509),$$

$$(m''',m^{VI})_{13}[(l'''^2-h'''^2)(q^{VI}-q''')+2l'''h'''(p^{VI}-p''')) = 0'',000000\,(\bar{8},9670316),$$

$$(m''',m^{VI})_{14}[(l'''^2-h'''^2)(q^{VI}-q''')+2l'''h'''(p^{VI}-p''')] = -\,0'',000000\,(\bar{7},1375531),$$

$$2(m''',m^{VI})_{15}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(q^{VI}-q''')-(h^{VI}l'''-h'''l^{VI})p^{VI}] = -\,0'',000016\,(\bar{5},2142089),$$

$$2(m''',m^{VI})_{16}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(q^{VI}-q''')-(h^{VI}l'''-h'''l^{VI})p^{VI}] = 0'',000017\,(\bar{5},2228375),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''',m^{VI})_4[(q^{VI}-q''')^3+(q^{VI}-q''')(p^{VI}-p''')^2-p^{VI}(p^{VI}q'''-q^{VI}p''')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},8772550),$$

$$(m''',m^{VI})_1[(q^{VI}-q''')^3+(q^{VI}-q''')(p^{VI}-p''')^2-p^{VI}(p^{VI}q'''-q^{VI}p''')] = 0'',000000\,(\bar{9},1505903),$$

$$\overline{(m''',m^{VI})_1} = \frac{3m^{VI}n'''\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}} = -\,0'',003633\,(\bar{3},5603181),$$

$$\overline{(m''',m^{VI})_1}[(q^{VI}-q''')^3+(q^{VI}-q''')(p^{VI}-p''')^2+2p^{VI}(p^{VI}q'''-p'''q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{8},0271857),$$

$$\tfrac{1}{6}(m''',m^{VI})_4[(q^{VI}-q''')^3+(q^{VI}-q''')(p^{VI}-p''')^2+2p^{VI}(p^{VI}q'''-q^{VI}p''')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},0392014),$$

$$(m_{,}'''m^{VI})_{10}\,[2h'''h^{VI}(q^{VI}-q''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})p'''-2l^{VI}h'''p^{VI}]=0'',000004\,(\bar{6},5866052),$$

$$(m_{,}'''m^{VI})_{11}\,[2h'''h^{VI}(q^{VI}-q''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})p'''-2l^{VI}h'''p^{VI}]=0'',000004\,(\bar{6},6050982),$$

$$(m_{,}'''m^{VI})_{12}\,[2h'''h^{VI}(q^{VI}-q''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})p'''-2l^{VI}h'''p^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{8},4511142),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m^{VI})(q^{VI}-q''')(l'''^{2}+h'''^{2}+3p'''^{2}+3q'''^{2})=-0'',000001\,(\bar{6},1843750),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000004$.

Юпитеръ и Меркурій.

$$(m_{,}^{IV}m)(q-q^{IV})=0'',0000013\,(\bar{5},1320396),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m)\,[2(q^{IV}q+p^{IV}p)(q-q^{IV})-q((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)-3q^{IV}(q^2-q^{IV2})-3p^{IV}(qp-q^{IV}p^{IV})]$$
$$=-0'',000000\,(\bar{8},9546759),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_1\,[(l^2+h^2+l^{IV2}+h^{IV2})](q-q^{IV})=-0'',000000\,(\bar{9},7054177),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_4\,[l^2+h^2+l^{IV2}+h^{IV2}](q-q^{IV})=0'',000000\,(\bar{7},9655471),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_2\,[(l^2-h^2)(q-q^{IV})+2lh(p-p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},8306383),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m)}=0'',000062\,(\bar{5},7858483),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m)}\,[(l^2-h^2)(q-q^{IV})+2lh(p-p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},0322238),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{13}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(q-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p-p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},4576187),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{14}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(q-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p-p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},8269502),$$

$$2\,(m_{,}^{IV}m)_{15}\,[(l^{IV}l+h^{IV}h)(q-q^{IV})-(hl^{IV}-h^{IV}l)p]=0'',000000\,(\bar{7},8973690),$$

$$2\,(m_{,}^{IV}m)_{16}\,[(ll^{IV}+hh^{IV})(q-q^{IV})-(hl^{IV}-h^{IV}l)p]=-0'',000000\,(\bar{7},9049327),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{IV}m)_4\,[(q-q^{IV})^3+(q-q^{IV})(p-p^{IV})^2-p(pq^{IV}-qp^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},9974862),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_1\,[(q-q^{IV})^3+(q-q^{IV})(p-p^{IV})^2-p(pq^{IV}-qp^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{9},2144781),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m)_1}=-0'',000038\,(\bar{5},5859245),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m)_1}\,[(q-q^{IV})^3+(q-q^{IV})(p-p^{IV})^2+2p(pq^{IV}-qp^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},4223372),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{IV}m)_4\,[(q-q^{IV})^3+(q-q^{IV})(p^{IV}-p)^2+2p(pq^{IV}-qp^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},4263447),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{10}\,[2hh^{IV}(q-q^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)p^{IV}-2lh^{IV}p]=0'',000000\,(\bar{7},7990172),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{11}\,[2hh^{IV}(q-q^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)p^{IV}-2lh^{IV}p]=0'',000000\,(\bar{7},8002421),$$

$$(m_{,}^{IV}m)_{12}\,[2hh^{IV}(q-q^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)p^{IV}-2lh''p]=-0'',000000\,(\bar{9},6000758),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m)(q-q^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2})=0'',000000\,(\bar{8},4022408).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Венера.

$$(m_,^{IV}m')(q'-q^{IV}) = 0'',000077\,(\bar{5},8863919),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m')\,[2(q'q^{IV}+p'p^{IV})(q'-q^{IV}) - q'((q'-q^{IV})^2+(p'-p^{IV})^2) - 3q^{IV}(q'^2-q^{IV2}) - 3p^{IV}(q'p'-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},9136741),$$

$$(m_,^{IV}m')_1(q'-q^{IV})[l^{IV2}+h^{IV2}+l'^2+h'^2] = -0'',000000\,(\bar{9},7396518),$$

$$(m_,^{IV}m')_4(q'-q^{IV})[l^{IV2}+h^{IV2}+l'^2+h'^2] = 0'',000000\,(\bar{7},4649134),$$

$$(m_,^{IV}m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q^{IV})+2l'h'(p'-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{9},2662284),$$

$$\overline{(m_,^{IV}m')} = 0'',000925\,(\bar{4},9662503),$$

$$\overline{(m_,^{IV}m')}[(l'^2-h'^2)(q'-q^{IV})+2l'h'(p'-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{9},2142236),$$

$$(m_,^{IV}m')_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q'-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p'-p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},3503205),$$

$$(m_,^{IV}m')_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q'-q^{VI})+2l^{IV}h^{IV}(p'-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},7230085),$$

$$2\,(m_,^{IV}m')_{15}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(q'-q^{VI})-(h'l^{IV}-h^{IV}l')p'] = 0'',000000\,(\bar{7},7628742),$$

$$2\,(m_,^{IV}m')_{16}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(q'-q^{IV})-(h'l^{IV}-h^{IV}l')p'] = -0'',000000\,(\bar{7},7897371),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{IV}m')_4[(q'-q^{IV})^3+(q'-q^{IV})(p'-p^{IV})^2-p'(p'q^{IV}-q'p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},1183252),$$

$$(m_,^{IV}m')_1[(q'-q^{IV})^3+(q'-q^{IV})(p'-p^{IV})^2-p'(p'q^{IV}-q'p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{9},8701849),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m')}_1 = -0'',001001\,(\bar{3},0004659)$$

$$\overline{(m_,^{IV}m')}_1[(q'-q^{IV})^3+(q'-q^{IV})(p'-p^{IV})^2+2p'(p'q^{IV}-q'p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},5200314),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{IV}m')_4[(q'-q^{IV})^3+(q'-q^{IV})(p'-p^{IV})^2+2p'(p'q^{IV}-q'p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},5572642),$$

$$(m_,^{IV}m')_{10}[2h'h^{IV}(q'-q^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')p^{IV}-2l'h^{IV}p'] = 0'',000000\,(\bar{7},3281757),$$

$$(m_,^{IV}m')_{11}[2h'h^{IV}(q'-q^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')p^{IV}-2l'h^{IV}p'] = 0'',000000\,(\bar{7},3848259),$$

$$(m_,^{IV}m')_{12}[2h'h^{IV}(q'-q^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')p^{VI}-2l'h^{IV}p'] = -0'',000000\,(\bar{9},7066955),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m')(q'-q^{IV})[l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}] = 0'',000000\,(\bar{7},1565931).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Юпитеръ и Земля.

$$(m_,^{IV}m'')(q''-q^{IV}) = 0'',000030\,(\bar{5},4827712),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m'')[2(q^{IV}q''+p^{IV}p'')(q''-q^{IV})-q''((q''-q^{IV})^2+(p''-p^{IV})^2)-3q^{IV}(q''^2-q^{IV2})-3p^{IV}(q''p''-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},3800823),$$

$$(m_,^{IV}m'')_1(l''^2+h''^2+l^{IV2}+h^{IV2})(q''-q^{IV}) = -0'',000000\,(\bar{9},6743362),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_4(l''^2+h''^2+h^{IV2}+l^{IV2})(q''-q^{IV}) = 0'',000000\,(\bar{7},1285864),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_2[(l''^2-h''^2)(q''-q^{IV})+2l''h''(p''-p^{IV}) = -0'',000000\,(\bar{9},4440302),$$

$$\overline{(m^{IV}m'')} = 0'',001831\,(\bar{3},2627292),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m'')}[(l''^2-h''^2)(q''-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p''-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{9},3346112),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q''-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p''-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},9630805),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q''-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p''-p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},3399620),$$

$$2(m^{IV}_{,}m'')_{15}[(l''l^{IV}+h''h^{IV})(q''-q^{IV})-(h''l^{IV}-h^{IV}l'')p''] = -0'',000000\,(\bar{9},5604777),$$

$$2(m^{IV}_{,}m'')_{16}[(l''l^{IV}+h''h^{IV})(q''-q^{IV})-(h''l^{IV}-h^{IV}l'')p''] = 0'',000000\,(\bar{9},6129368),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{IV}_{,}m'')_4[(q''-q^{IV})^3+(q''-q^{IV})(p''-p^{IV})^2-p''(p''q^{IV}-q''p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{9},9575288),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_1[(q''-q^{IV})^3+(q''-q^{IV})(p''-p^{VI})^2-p''(p''q^{IV}-q''p^{IV})] = -0'',000000\,(\overline{10},9803999),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m'')}_1 = -0'',002169\,(\bar{3},3363054),$$

$$\overline{(m^{II}_{,}m'')}_1[(q''-q^{IV})^3+(q''-q^{IV})(p''-p)^2+2p''(p''q^{IV}-q''p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{9},5843747),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}_{,}m'')_4[(q''-q^{IV})^3+(q''-q^{IV})(p''-p^{IV})^2+2p''(p''q^{IV}-q''p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{9},6564988),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_{10}[2h''h^{IV}(q''-q^{IV})+(h''l^{IV}+h^{IV}l'')p^{IV}-2l''h^{IV}p''] = 0'',000000\,(\bar{7},7257973),$$

$$(m^{IV}_{,}m'')_{11}[2h''h^{IV}(q''-q^{IV})+(h''l^{IV}+h^{IV}l'')p^{IV}-2l''h^{IV}p''] = 0'',000000\,(\bar{7},8340968),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{12}[2h''h^{IV}(q''-q^{IV})+(h''l^{IV}+h^{IV}l'')p^{IV}-2l''h^{IV}p''] = -0'',000000\,(\bar{8},4236023),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m'')(q'-q^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}] = 0'',000000\,(\bar{8},7529724).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Юпитеръ и Марсъ.

$$(m^{IV}_{,}m''')(q'''-q^{IV}) = 0'',000077\,(\bar{5},8894553),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m''')[2(q'''q^{IV}+p'''p^{IV})(q'''-q^{IV})-q'''((q'''-q^{IV})^2+(p'''-p^{IV})^2)-3q^{IV}(q'''^2-q^{IV2})-3p^{IV}(q'''p'''-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{8},3827964),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_1[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2](q'''-q^{IV}) = -0'',000000\,(\bar{7},1184971),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_4[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2](q'''-q^{IV}) = 0'',000002\,(\bar{6},2349102),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q^{IV})+2l'''h'''(p'''-p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},9970919),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m''')} = 0'',000383\,(\bar{4},5830197),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m''')}[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q^{IV})+2l'''h'''(p'''-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},6413324),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q'''-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p'''-p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},3520797),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q'''-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p'''-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},5602022).$$

$$2\,(m_{\prime}^{IV}m''')_{15}\,[(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})\,(q'''-q^{IV})-(h'''l^{IV}-h^{IV}l''')\,p''']=-0'',000002\,(\bar{6},2162506),$$

$$2\,(m_{\prime}^{IV}m''')_{16}\,[(l'''l^{IV}+h'''h^{IV})\,(q'''-q^{IV})-(h'''l^{IV}-h^{IV}l''')\,p''']=0'',000002\,(\bar{6},3458451),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{\prime}^{IV}m''')_{4}[(q'''-q^{IV})^3+(q'''-q^{IV})\,(p'''-p^{IV})^2-p'''(p'''q^{IV}-q'''p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},7864747),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m''')_{1}\,[(q'''-q^{IV})^3+(q'''-q^{IV})(p'''-p^{IV})^2-p'''(p'''q^{IV}-q'''p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},1471829),$$

$$\overline{(m^{IV}m''')}_{1}=-0'',000696\,(\bar{4},8424571),$$

$$\overline{(m_{\prime}^{IV}m''')}_{1}\,[(q'''-q^{IV})^3+(q'''-q^{IV})(p'''-p^{IV})^2+2p'''(p'''q^{IV}-q'''p^{IV})]=0'',000000\,(\bar{9},9143391),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{\prime}^{IV}m''')_{4}\,[(q'''-q^{IV})^3+(q'''-q^{IV})\,(p'''-p^{VI})^2+2p'''(p'''q^{IV}-q'''p^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{8},0889794),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m''')_{10}\,[2h'''h^{IV}(q'''-q^{IV})+(h'''l^{IV}+h^{IV}l''')\,p^{IV}-2l'''h^{IV}p''']=-0'',000000\,(\bar{7},7095255),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m''')_{11}\,[2h'''h^{IV}(q'''-q^{IV})+(h'''l^{IV}+h^{IV}l''')\,p^{IV}-2l'''h^{IV}p''']=-0'',000000\,(\bar{7},9615526),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m''')_{12}\,[2h'''h^{IV}(q'''-q^{IV})+(h'''l^{IV}+h^{IV}l''')\,p^{IV}-2l'''h^{IV}p''']=0'',000000\,(\bar{8},8807742),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_{\prime}^{IV}m''')\,(q'''-q^{IV})\,(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2})=0'',000000\,(\bar{7},1596565).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000002$.

Юпитеръ и Сатурнъ.

$$(m^{IV}m^{V})\,(q^{V}-q^{IV})=-0'',095152\,(\bar{2},9784218),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{\prime}^{IV}m^{V})\,[2\,(q^{IV}q^{V}+p^{IV}p^{V})(q^{V}-q^{IV})-q^{V}((q^{V}-q^{IV})^2+(p^{V}-p^{IV})^2)-3q^{IV}(q^{V2}-q^{IV2})-3p^{IV}(q^{V}p^{V}-q^{IV}p^{IV})$$
$$=0'',000083\,(\bar{5},9190766),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{1}\,[l^{V2}+h^{V2}+l^{IV2}+h^{IV2}]\,(q^{V}-q^{IV})=0'',000471\,(\bar{4},6728749),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{4}\,[l^{V2}+h^{V2}+l^{IV2}+h^{IV2}]\,(q^{V}-q^{IV})=-0'',002298\,(\bar{3},3614097),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{2}\,[(l^{V2}-h^{V2})\,(q^{V}-q^{IV})+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p^{IV})=-0'',000153\,(\bar{4},1850069),$$

$$\overline{(m_{\prime}^{IV}m^{V})}=\frac{3m'n^{IV}\alpha^3\,(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(0)}=-4'',525875\,(0,6557026),$$

$$\overline{(m_{\prime}^{IV}m^{V})}\,[(l^{V2}-h^{V2})\,(q^{V}-q^{IV})+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p^{IV})]=-0'',000192\,(\bar{4},2824535),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{13}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})\,(q^{V}-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p^{V}-p^{IV})]=0'',000127\,(\bar{4},1030681),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{14}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})\,(q^{V}-q^{IV})+2h^{IV}l^{V}(p^{V}-p^{IV})]=-0'',000341\,(\bar{4},5324546),$$

$$2\,(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{15}\,[(l^{V}l^{IV}+h^{V}h^{IV})\,(q^{V}-q^{IV})-(h^{V}l^{IV}-h^{IV}l^{V})p^{V}]=0'',001096\,(\bar{3},0400350),$$

$$2\,(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{16}\,[(l^{V}l^{IV}+h^{V}h^{IV})\,(q^{V}-q^{IV})-(h^{V}l^{IV}-h^{IV}l^{V})\,p^{V}]=-0'',004848\,(\bar{3},6856138),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{4}\,[(q^{V}-q^{IV})^3+(q^{V}-q^{IV})\,(p^{V}-p^{IV})^2-p^{V}(p^{V}q^{IV}-q^{V}p^{IV})]=-0'',000169\,(\bar{4},2288238),$$

$$(m_{\prime}^{IV}m^{V})_{1}\,[(q^{V}-q^{IV})^3+(q^{V}-q^{IV})\,(p^{V}-p^{IV})^2-p^{V}(p^{V}q^{IV}-q^{V}p^{IV})]=0'',000104\,(\bar{4},0174093),$$

$$\overline{(m_{\prime}^{IV}m^{V})}_{1}=\frac{3m^{V}n^{IV}\alpha^2\,(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16\,(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(1)}=-0'',732253\,(\bar{1},8646614),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^{V})}_1[(q^{V}-q^{IV})^3+(q^{V}-q^{IV})(p^{V}-p^{IV})^2+2p^{V}(p^{V}q^{IV}-q^{V}p^{IV})] = -0'',000009\,(\bar{6},9670951),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}, m^{V})_4[(q^{V}-q^{IV})^3+(q^{V}-q^{IV})(p^{V}-p^{IV})^2+2p^{V}(p^{V}q^{IV}-q^{V}p^{IV})] = 0'',000069\,(\bar{5},8368236),$$

$$(m^{IV}, m^{V})_{10}[2h^{V}h^{IV}(q^{V}-q^{IV})+(h^{V}l^{IV}+h^{IV}l^{V})p^{IV}-2l^{V}h^{IV}p^{V}] = 0'',000214\,(\bar{4},3309267),$$

$$(m^{IV}, m^{V})_{11}[2h^{IV}h^{V}(q^{V}-q^{IV})+(h^{V}l^{IV}+h^{IV}l^{V})p^{IV}-2l^{V}h^{IV}p^{V}] = 0'',001734\,(\bar{3},2390761),$$

$$(m^{IV}, m^{V})_{12}[2h^{IV}h^{V}(q^{V}-q^{IV})+(h^{V}l^{IV}+h^{IV}l^{V})p^{V}-2l^{V}h^{IV}p^{V}] = -0'',000367\,(\bar{4},5649227),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}, m^{V})(q^{V}-q^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3q^{IV2}+3p^{IV2}) = -0'',000177\,(\bar{4},2486230).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000474$.

Юпитеръ и Уранъ.

$$(m^{IV}, m^{VI})(q^{VI}-q^{IV}) = 0'',000771\,(\bar{4},8868918),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}, m^{VI})[2(q^{IV}q^{VI}+p^{IV}p^{VI})(q^{VI}-q^{IV})-q^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)-3q^{IV}(q^{VI2}-q^{IV2})-3p^{IV}(q^{VI}p^{VI}-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{7},4316046),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_1(q^{VI}-q^{IV})[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{VI2}+h^{IV2}] = -0'',000000\,(\bar{7},6484526),$$

$$(m^{IV}, m^{IV})_4(q^{VI}-q^{IV})[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{IV2}+h^{IV2}] = 0'',000007\,(\bar{6},8246275),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q^{IV})+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{7},8298437),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^{VI})} = \frac{3m^{VI}n^{IV}\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(0)} = 0'',015297\,(\bar{2},1846267),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^{VI})}_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q^{IV})+2l^{IV}h^{VI}(p^{VI}-p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},5532854),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{VI}-q^{IV})+2l^{IV}h^{IV}(p^{VI}-p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},8070555),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q^{VI})+2l^{IV}h^{IV}(p^{VI}-p^{IV}) = 0'',000001\,(\bar{6},1924222),$$

$$2(m^{IV}, m^{VI})_{15}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(q^{VI}-q^{IV})-(h^{VI}l^{IV}-h^{IV}l^{VI})p^{VI}] = 0'',0000010\,(\bar{5},0173493),$$

$$2(m^{IV}, m^{VI})_{16}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(q^{VI}-q^{IV})-(h^{VI}l^{IV}-h^{IV}l^{VI})p^{VI}] = -0'',000013\,(\bar{5},1267552),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{IV}, m^{VI})_4[(q^{VI}-q^{IV})^3+(q^{VI}-q^{IV})(p^{VI}-p^{IV})^2-p^{VI}(p^{VI}q^{IV}-q^{VI}p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},2793885),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_1[(q^{VI}-q^{IV})^3+(q^{VI}-q^{IV})(p^{VI}-p^{IV})^2-p^{VI}(p^{VI}q^{IV}-q^{VI}p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},5803349),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^{VI})}_1 = \frac{3m^{VI}n^{IV}\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16(1-\alpha^2)^4}\,b_{-\frac{1}{2}}^{(1)} = -0'',021926\,(\bar{2},3409632),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^{VI})}_1[(q^{VI}-q^{IV})^3+(q^{VI}-q^{IV})(p^{VI}-p^{IV})^2+2p^{VI}(p^{VI}q^{IV}-q^{VI}p^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},1403037),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}, m^{VI})_4[(q^{VI}-q^{IV})^3+(q^{VI}-q^{IV})(p^{VI}-p^{IV})^2+2p^{VI}(p^{VI}q^{IV}-q^{VI}p^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},5289927),$$

$$(m^{IV}, m^{IV})_{10}[2h^{IV}h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})+(h^{VI}l^{IV}+h^{IV}l^{VI})p^{IV}-2l^{VI}h^{IV}p^{VI}] = 0'',000003\,(\bar{6},4817579),$$

$$(m^{IV}, m^{VI})_{11}[2h^{IV}h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})+(h^{VI}l^{IV}+h^{IV}l^{VI})p^{IV}-2l^{VI}h^{IV}p^{VI}] = 0'',000005\,(\bar{6},6977413),$$

$$(m_,^{IV}m^{VI})_{12}[2h^{IV}h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})+(h^{VI}l^{IV}+h^{IV}l^{VI})p^{IV}-2l^{VI}h^{IV}p^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{7},5590760),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m^{VI})(q^{VI}-q^{IV})[l^{IV2}+h^{VI}+3p^{IV2}+3q^{IV2}]=0'',000001\,(\bar{6},1570930),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000006$.

Сатурнъ и Меркурій.

$$(m^V,m)(q-q^V)=0'',000002\,(\bar{6},2664063),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{V}m)[2(q^Vq+p^Vp)(q-q^V)-q((q-q^V)^2+(p-p^V)^2)-3q^V(q^2-q^{V2})-3p^V(qp-q^Vp^V)]$$
$$=-0'',000000\,(\bar{8},0684083),$$

$$(m_,^{V}m)_1(q-q^V)[l^2+h^2+l^{V2}+h^{V2}]=-0'',000000\,(\overline{10},3179232),$$

$$(m_,^{V}m)_4\,(q-q^V)[l^2+h^2+l^{V2}+h^{V2}]=0'',000000\,(\bar{7},1022544),$$

$$(m_,^{V}m)_2[(l^2-h^2)(q-q^V)+2lh(p-p^V)]=0'',000000\,(\bar{8},0759817),$$

$$\overline{(m_,^{V}m)}=0'',000004\,(\bar{6},6528900),$$

$$\overline{(m_,^{V}m)}_2[(l^2-h^2)(q-q^V)+2lh(p-p^V)]=-0'',000000\,(\bar{8},0709260),$$

$$(m_,^{V}m)_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q-q^V)+2l^Vh^V(p-p^V)]=0'',000000\,(\bar{9},6349535),$$

$$(m_,^{V}m)_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q-q^V)+2l^Vh^V(p-p^V)]=-0'',000000\,(\bar{8},0033342),$$

$$2(m_,^{V}m)_{15}[(l^Vl+hh^V)(q-q^V)-(hl^V-h^Vl)p]=-0'',0000000\,(\bar{7},7957110),$$

$$2(m_,^{V}m)_{16}[(l^Vl+hh^V)(q-q^V)-(hl^V-h^Vl)p]=0'',000000\,(\bar{7},7979506),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{V}m)_4[(q-q^V)^3+(q-q^V)(p-p^V)^2-p(pq^V-qp^V)]=0'',000000\,(\bar{8},1948334),$$

$$(m_,^{V}m)_1[(q-q^V)^3+(q-q^V)(p-p^V)^2-p(pq^V-qp^V)]=-0'',000000\,(\overline{11},8876235),$$

$$\overline{(m_,^{V}m)}_1=-0'',000004\,(\bar{6},6565087),$$

$$\overline{(m_,^{V}m)}_1[(q-q^V)^3+(q-q^V)(p-p^V)^2+2p(pq^V-qp^V)]=-0'',000000\,(\bar{9},2807908),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{V}m)_4[(q-q^V)^3+(q-q^V)(p-p^V)^2+2p(pq^V-qp^V)]=0'',000000\,(\bar{9},2839227),$$

$$(m_,^{V}m)_{10}[2hh^V(q-q^V)+(hl^V+h^Vl)p^V-2lh^Vp]=0'',000000\,(\bar{7},7388404),$$

$$(m_,^{V}m)_{11}[2hh^V(q-q^V)+(hl^V+h^Vl)p^V-2lh^Vp]=0'',000000\,(\bar{7},7436677),$$

$$(m_,^{V}m)_{12}[2hh^V(q-q^V)+(hl^V+h^Vl)p^V-2lh^Vp]=-0'',000000\,(\bar{9},0101328),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{V}m)(q-q^V)[l^{V2}+h^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}]=0)000000\,(\bar{9},9118728).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Сатурнъ и Венера.

$$(m^V_, m')(q'-q^V) = -0'',000015\,(\bar{5},1803623),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_, m')[2(q'q^V+p'p^V)(q'-q^V)-q'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)-3q^V(q'^2-q^2)-3p^V(q'p'-q^Vp^V)]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},2662200),$$

$$(m^V_, m')_1(q'-q^V)[l'^2+h'^2+l^{V2}+h^{V2}] = -0'',000000\,(\overline{10},6262823),$$

$$(m^V_, m')_4(q'-q^V)[l^2+h'^2+l^{V2}+h^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},8700257),$$

$$(m^V_, m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q^V)+2l'h'(p'-p^V)] = 0'',000000\,(\overline{10},1166479),$$

$$\overline{(m^V_, m')} = 0'',000116\,(\bar{4},0647796),$$

$$\overline{(m^V_, m')}[(l'^2-h'^2)(q'-q^V)+2l'h'(p'-p^V)] = -0'',000000\,(\overline{10},1022034),$$

$$(m^V_, m')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q'-q^V)+2l^Vh^V(p^I-p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},5511470),$$

$$(m^V_, m')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q'-q^V)+2l^Vh^V(p'-p^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},8705320),$$

$$2(m^V_, m')_{15}[(l'l^V+h'h^V)(q'-q^V)-(h'l^V-h^Vl')p'] = 0'',00000\,(\bar{8},4641780),$$

$$2(m^V_, m')_{16}[(l'l^V+h'h^V)(q'-q^V)-(h'l^V-h^Vl')p^{IV}] = -0'',000000\,(\bar{8},4719840),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^V_, m')_4[(q'-{}^Vq)^3+(q'-q^V)(p'-p^V)^2-p'(p'q^V-q'p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},4997818),$$

$$(m^V_, m')_1[(q'-q^V)^3+(q-q^V)(p'-p^V)^2-p'(p'q^V-q'p^V)] = -0'',000000\,(\overline{10},7331597),$$

$$\overline{(m^V_, m')_1} = -0'',001186\,(\bar{3},0741402),$$

$$\overline{(m^V_, m')_1}[(q'-q^V)^3+(q'-q^V)(p'-p^V)^2+2p'(p'q^V-q'p^V)] = 0'',000000\,(\bar{7},2108925),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^V_, m')_4[(q'-q^V)^3+(q'-q^V)(p'-p^V)^2+2p'(p'q^V-qp^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},2218615),$$

$$(m^V_, m')_{10}[2h'h^V(q'-q^V)+(h'l^V+h^Vl')p^V-2l'h^Vp] = 0'',000000\,(\bar{8},9856463),$$

$$(m^V_, m')_{11}[2h'h^V(q'-q^V)+(h'l^V+h^Vl')p^V-2l'h^Vp'] = 0'',000000\,(\bar{7},0025014),$$

$$(m^V_, m')_{12}[2h'h^V(q'-q^V)+(h'l^V+h^Vl')p^V-2l'h^Vp'] = -0'',000000\,(\overline{10},8086778),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_, m')(q'-q^V)[l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},8258288).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Земля.

$$(m^V_, m'')(q''-q^V) = 0'',000017\,(\bar{5},2242211),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_, m'')[2(q''q^V+p''p^V)(q''-q^V)-q''((q''-q^V)^2+(p''-p^V)^2)-3q^V(q''^2-q^{V2})-3p^V(q''p^V-q^Vp'')]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},5360315),$$

$$(m^V_, m'')_1(q''-q^V)[l''^2+h''^2+l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000000\,(\bar{9},9868075),$$

$$(m_,^V m'')_4 (q''-q^V)[l''^2+h''^2+l^{V2}+h^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},9523366),$$
$$(m_,^V m'')_2 [(l''^2-h''^2)(q''-q^V)+2l''h''(p''-p^V)] = 0,000000\,(\overline{10},2151744),$$
$$\overline{(m_,^V m'')} = 0'',000244\,(\bar{4},3874990),$$
$$\overline{(m_,^V m'')}\,[(l''^2-h''^2)(q''-q^V)+2l''h''(p''-p^V)] = -0'',000000\,(\overline{10},1868395),$$
$$(m_,^V m'')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q''-q^V)+2l^V h^V(p''-p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},6370920),$$
$$(m_,^V m'')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q''-q^V)+2l^V h^V(p''-p^V)] = -0'',000000\,(\bar{7},0077528),$$
$$2\,(m_,^V m'')_{15}[(l^V l''+h^V h'')(q''-q^V)-(h''l^V-h^V l'')p''] = -0'',000000\,(\bar{7},1720978),$$
$$2\,(m_,^V m'')_{16}[l^V l''+h^V h'')(q''-q^V)-(h''l^V-h^V l'')p''] = 0'',000000\,(\bar{7},1872139),$$
$$\tfrac{1}{3}(m_,^V m'')_4[(q''-q^V)^3+(q''-q^V)(p''-p^V)^2-p''(p''q^V-q''p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},2171419),$$
$$(m_,^V m'')_1[(q''-q^V)^3+(q''-q^V)(p''-p^V)^2-p''(p''q^V-q''p^V)] = -0'',000000\,(\bar{9},7287341),$$
$$\overline{(m_,^V m')_1} = -0'',000255\,(\bar{4},4059690),$$
$$\overline{(m,m'')_1}[(q''-q^V)^3+(q''-q^V)(p''-p^V)^2+2p''(p''q^V-q''p^V)] = -0'',000000\,(\bar{9},8950698),$$
$$\tfrac{1}{6}(m_,^V m'')_4[(q''-q^V)^3+(q''-q^V)(p''-p^V)^2+2p''(p''q^V-q''p^V)] = 0'',000000\,(\bar{9},9161119),$$
$$(m_,^V m'')_{10}[2h''h^V(q''-q^V)+(h''l^V+h^V l'')p^V-2l''h^V p''] = 0'',000000\,(\bar{7},1970371),$$
$$(m_,^V m'')_{11}[2h^V h''(q''-q^V)+(h''l^V+h^V l'')p^V-2l''h^V p''] = 0'',000000\,(\bar{7},2292493),$$
$$(m_,^V m'')_{12}[2h''h^V(q''-q^V)+(h''l^V+h^V l'')p^V-2l''h^V p''] = -0'',000000\,(\bar{9},2675439),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^V m'')(q''-q^V)[l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},8696876).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Марсъ.

$$(m_,^V m''')(q'''-q^V) = 0'',000012\,(\bar{5},0966946),$$
$$\tfrac{1}{2}(m_,^V m''')[2(q'''q^V+p'''p^V)(q'''-q^V)-q'''((q'''-q^V)^2+(p'''-p^V)^2)-3q^V(q'''^2-q^{V2})-3p^V(q'''p'''-q^V p^V)]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},3056734),$$
$$(m_,^V m''')_1[l'''^2+h'''^2+l^{V2}+h^{V2}](q'''-q^V) = -0'',000000\,(\bar{9},7754625),$$
$$(m_,^V m''')_4[l'''^2+h'''^2+l^{V2}+h^{V2}](q'''-q^V) = 0'',000000\,(\bar{7},3837603),$$
$$(m_,^V m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q^V)+2l'''h'''(p'''-p^V) = -0'',000000\,(\bar{8},4118143),$$
$$\overline{(m_,^V m''')} = 0'',000072\,(\bar{5},8571347),$$
$$\overline{(m_,^V m''')}[(l'''^2-h'''^2)(q'''-q^V)+2l'''h'''(p'''-p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},3408789),$$
$$(m_,^V m''')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q'''-q^V)+2l^V h^V(p'''-p^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},4946818),$$

*

$$(m^{V}_{,}m''')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q'''-q^{V})+2l^{V}h^{V}(p'''-p^{V})]=-0'',000000\,(\bar{8},8688449),$$

$$2\,(m^{V}_{,}m''')_{15}[(l'''l^{V}+h'''h^{V})(q'''-q^{V})-(h'''l^{V}-h^{V}l''')p''']=-0'',000000\,(\bar{8},6777076),$$

$$2\,(m^{V}_{,}m''')_{16}[(l'''l^{V}+h'''h^{V})(q'''-q^{V})-(h'''l^{V}-h^{V}l''')p''']=0'',000000\,(\bar{8},7134318),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{V}_{,}m''')_{4}[(q'''-q^{V})^{3}+(q'''-q^{V})(p'''-p^{V})^{2}-p'''(p'''q^{V}-q'''p^{V})]=0'',000000\,(\bar{8},2321873),$$

$$(m^{V}_{,}m''')_{1}[(q'''-q^{V})^{3}+(q'''-q^{V})(p'''-p^{V})^{2}-p'''(p'''q^{V}-q'''p^{V})]=-0'',000000\,(\bar{9},1010108),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m''')_{1}}=-0'',000080\,(5,9041474),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m''')_{1}}[(q'''-q^{V})^{3}+(q'''-q^{V})(p'''-p^{V})^{2}+2p'''(p'''q^{V}-q'''p^{V})]=0'',000000\,(\overline{10},4884786),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{V}_{,}m''')_{4}[(q'''-q^{V})^{3}+(q'''-q^{V})(p'''-p^{V})^{2}+2p'''(p'''q^{V}-q'''p^{V})]=-0'',000000\,(\overline{10},5378563),$$

$$(m^{V}_{,}m''')_{10}[2h'''h^{V}(q'''-q^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')p^{V}-2l'''h^{V}p''']=-0'',000000\,(\bar{7},4616422),$$

$$(m^{V}_{,}m''')_{11}[2h'''h^{V}(q'''-p^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')p^{V}-2l'''h^{V}p''']=-0'',000000\,(\bar{7},5364280),$$

$$(m^{V}_{,}m)_{12}[2h'''^{2}h^{V}(q'''-q^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')p^{V}-2l'''h^{V}p''')]=0'',000000\,(\bar{9},9740460),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V}_{,}m''')(q'''-q^{V})(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2})=0'',000000\,(\bar{8},7421611).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000000$.

Сатурнъ и Юпитеръ.

$$(m^{V}_{,}m^{IV})(q^{IV}-q^{V})=0'',235048\,(\bar{4},3711574),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V}_{,}m^{IV})[2(q^{V}q^{IV}+p^{V}p^{IV})(q^{IV}-q^{V})-q^{IV}((q^{IV}-q^{V})^{2}+(p^{IV}-p^{V})^{2})-3q^{V}(q^{IV2}-q^{V2})-3p^{V}(q^{IV}p^{IV}-q^{V}p^{V})$$
$$=-0'',000512\,(\bar{4},7089411),$$

$$(m^{V}_{,}m^{IV})_{1}[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{V2}+h^{V2}](q^{IV}-q^{V})=-0'',001163\,(\bar{3},0656106),$$

$$(m^{V}_{,}m^{IV})_{4}[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{V2}+h^{V2}](q^{IV}-q^{V})=0'',005677\,(\bar{3},7541453),$$

$$(m^{V}_{,}m^{IV})_{2}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q^{V})+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p^{V})=-0'',000109\,(\bar{4},0959252),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m^{IV})}=-11'',179905\,(1,0484382),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q^{V})+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p^{V})]=-0'',000136\,(\bar{4},1333718),$$

$$(m^{V}_{,}m^{IV})_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{IV}-q^{V})+2l^{V}h^{V}(p^{IV}-p^{V})]=0'',001090\,(\bar{3},0376210),$$

$$(m^{V}_{,}m^{IV})_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{IV}-q^{V})+2h^{V}l^{V}(p^{IV}-p^{V})]=-0'',002931\,(\bar{3},4670075),$$

$$2\,(m^{V}_{,}m^{IV})_{15}[(l^{V}l^{IV}+h^{V}h^{IV})(q^{IV}-q^{V})-(h^{IV}l^{V}-h^{V}l^{IV})p^{IV}]=-0'',001597\,(\bar{3},2034735),$$

$$2\,(m^{V}_{,}m^{IV})_{16}[(l^{V}l^{IV}+h^{V}h^{IV})(q^{IV}-q^{V})-(h^{IV}l^{V}-h^{V}l^{IV})p^{V}]=0'',007064\,(\bar{3},8490523),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{V}_{,}m^{IV})_{4}[(q^{IV}-q^{V})^{3}+(q^{IV}-q^{V})(p^{IV}-p^{V})^{2}-p^{IV}(p^{IV}q^{V}-q^{IV}p^{V})]=0'',000324\,(\bar{4},5109409),$$

$$(m^{V}m^{IV})_{1}[(q^{IV}-q^{V})^{3}+(g^{IV}-q^{V})(p^{IV}-p^{V})^{2}-p^{IV}(p^{IV}q^{V}-q^{IV}p^{V})]=-0'',000199\,(\bar{4},2995275),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m^{IV})_{1}}=-1'',808827\,(0,2573970),$$

$$\overline{(m^V_{,}m^{IV})_1}\,[(q^{IV}-q^V)^3+(q^{IV}-q^V)(p^{IV}-p^V)^2+2p^{IV}(p^{IV}q^V-q^{IV}p^V)]=0'',000010\,(\bar{5},0079054),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^V_{,}m^{IV})_4\,[(q^{IV}-q^V)^3+(q^{IV}-q^V)(p^{IV}-p^V)^2+2p^{IV}(p^{IV}q^V-q^{IV}p^V)]=-0'',000075\,(\bar{5},8776339),$$

$$(m^V_{,}m^{IV})_{10}\,[2h^{IV}h^V(q^{IV}-q^V)+(h^{IV}l^V+h^Vl^{IV})p^V-2l^{IV}h^Vp^{IV}]=0'',000006\,(\bar{6},766515),$$

$$(m^V_{,}m^{IV})_{11}\,[2h^Vh^{IV}(q^{IV}-q^V)+(h^{IV}l^V+h^Vl^{IV})p^V-2l^{IV}h^Vp^{IV}]=0'',000047\,(\bar{5},6738009),$$

$$(m^V_{,}m^{IV})_{12}\,[2h^Vh^{IV}(q^{IV}-q^V)+(h^{IV}l^V+h^Vl^{IV})p^{IV}-2l^{IV}h^Vp^{IV}]=-0'',000009\,(\bar{6},9996475),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_{,}m^{IV})(q^{IV}-q^V)(l^{V2}+h^{V2}+3q^{V2}+3p^{V2})=0'',001039\,(\bar{3},0166239).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',004114$.

Сатурнъ и Уранъ.

$$(m^V_{,}m^{VI})(q^{VI}-q^V)=0'',007823\,(\bar{3},8933592),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V_{,}m^{VI})[2(q^Vq^{VI}+p^Vp^{VI})(q^{VI}-q^V)-q^{VI}((q^{VI}-q^V)^2+(p^{VI}-p^V)^2)-3q^V(q^{VI2}-q^{V2})-3p^V(q^{VI}p^{VI}-q^Vp^V)]$$
$$=-0'',000016\,(\bar{5},2109683),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_1(l^{VI2}+h^{VI2}+l^{V2}+h^{V2})(q^{VI}-q^V)=-0'',000027\,(\bar{5},4356877),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_4(l^{VI2}+h^{VI2}+l^{V2}+h^{V2})(q^{VI}-q^V)=0'',000151\,(\bar{4},1790445),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q^V)+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p^V)]=-0,000010\,(\bar{5},0166218),$$

$$\overline{(m^V_{,}m^{VI})}=\frac{3m^{VI}n^V\alpha^3(1-7\alpha^2)}{32\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(0)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',136976\,(\bar{1},1366452),$$

$$\overline{(m^V_{,}m^{VI})}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{VI}-q^V)+2l^{VI}h^{VI}(p^{VI}-p^V)]=-0'',000009\,(\bar{6},9496922),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{VI}-q^V)+2l^Vh^V(p^{VI}-p^V)=0'',000032\,(\bar{5},5031744),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{VI}-q^V)+2l^Vh^V(p^{IV}-p^V)]=-0'',000084\,(\bar{5},9239174),$$

$$2\,(m^V_{,}m^{VI})_{15}[(l^Vl^{VI}+h^Vh^{VI})(q^{VI}-q^V)-(h^{VI}l^V-h^Vl^{VI})p^{VI}]=-0'',000005\,(\bar{6},6756934),$$

$$2\,(m^V_{,}m^{VI})_{16}[(l^Vl^{VI}+h^Vh^{VI})(q^V-q^{VI})-(h^{VI}l^V-h^Vl^{VI})p^{VI}]=0'',000014\,(\bar{5},1559489),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^V_{,}m^{VI})_4[(q^{VI}-q^V)^3+(q^{VI}-q^V)(p^{VI}-p^V)^2-p^{VI}(p^{VI}q^V-q^{VI}p^V)]=0'',000013\,(\bar{5},1215702),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_1[(q^{VI}-q^V)^3+(q^{VI}-q^V)(p^{VI}-p^V)^2-p^{VI}(p^{VI}q^V-q^{VI}p^V)]=-0'',000007\,(\bar{6},8553347),$$

$$\overline{(m'''_{,}m^{VI})_1}=\frac{3m^{VI}n^V\alpha^2(1-3\alpha^2+\alpha^4)}{16\,(1-\alpha^2)^4}\,b^{(1)}_{-\frac{1}{2}}=-0'',054509\,(\bar{2},7364681),$$

$$\overline{(m^V_{,}m^{VI})_1}[(q^{VI}-q^V)^3+(q^{VI}-q^V)(p^{VI}-p^V)^2+2p^{VI}(p^{VI}q^V-p^Vq^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{7},8813535),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^V_{,}m^{VI})_4[(q^{VI}-q^V)^3+(q^{VI}-q^V)(p^{VI}-p^V)^2+2p^{VI}(p^{VI}q^V-q^{VI}p^V)]=0'',000003\,(\bar{6},5136392),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_{10}[2h^Vh^{VI}(q^{VI}-q^V)+(h^{VI}l^V+h^Vl^{VI})p^V-2l^{VI}h^Vp^{VI}]=0'',000006\,(\bar{6},7727459),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_{11}\,[2h^V h^{VI}(q^{VI}-q^V)+(h^{VI}l^V+h^V l^{VI})p^V-2l^{VI}h^V p^{VI}]=0'',000033\,(\bar{5},5177890),$$

$$(m^V_{,}m^{VI})_{12}\,[2h^V h^{VI}(q^{VI}-q^V)+(h^{VI}l^V+h^V l^{VI})p^V-2l^{VI}h^V p^{VI}]=-0'',000006\,(\bar{6},7923726),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m^V_{,}m^{VI})(q^{VI}-q^V)(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2})=0'',000034\,(\bar{5},5388257),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000192$.

Уранъ и Меркурій.

$$(m^{VI}_{,}m)(q-q^{VI})=0'',0000000\,(\bar{7},1071217),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m)\,[2(q^{VI}q+p^{VI}p)(q-q^{VI})-q((q-q^{VI})^2+(p-p^{VI})^2)-3q^{VI}(q^2-q^{VI2})-3p^{VI}(qp-q^{VI}p^{VI})]$$
$$=-0'',000000\,(\overline{10},9696364),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_1\,[(l^2+h^2+l^{VI2}+h^{VI2})](q-q^{VI})=-0'',000000\,(\overline{12},5412617),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_4\,[l^2+h^2+l^{VI2}+h^{VI2}](q-q^{VI})=0'',000000\,(\bar{9},9316821),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_2\,[(l^2-h^2)(q-q^{VI})+2lh(p-p^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},0377211),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m)}=0'',000000\,(\bar{7},5934461),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m)}\,[(l^2-h^2)(q-q^{VI})+2lh(p-p^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},0367247),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_{13}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q-q^{VI})+2l^{VI}h^{IV}(p-p^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{10},0316765),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_{14}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(q-q^{VI})+2l^{VI}h^{IV}(p-p^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},3995051),$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m)_{15}\,[(l^{VI}l+h^{VI}h)(q-q^{VI})-(hl^{VI}-h^{VI}l)p]=-0'',000000\,(\bar{8},7953783),$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m)_{16}\,[(ll^{VI}+hh^{VI})(q-q^{VI})-(hl^{VI}-h^{VI}l)p]=0'',000000\,(\bar{8},7959278),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m)_4\,[(q-q^{VI})^3+(q-q^{VI})(p-p^{VI})^2-p(pq^{VI}-qp^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},9248293),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_1\,[(q-q^{VI})^3+(q-q^{VI})(p-p^{VI})^2-p(pq^{VI}-qp^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{12},0115302),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m)_1}=-0'',000000\,(\bar{7},5940886),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m)_1}\,[(q-q^{VI})^3+(q-q^{VI})(p-p^{VI})^2+2p(pq^{VI}-qp^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{10},5331583),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{VI}_{,}m)_4\,[(q-q^{VI})^3+(q-q^{VI})(p^{VI}-p)^2+2p(pq^{VI}-qp^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},5339319),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_{10}\,[2hh^{VI}(q-q^{VI})+(hl^{VI}+h^{VI}l)p^{VI}-2lh^{VI}p]=0'',000000\,(\bar{9},7835481),$$

$$(m^{VI}_{,}m)_{11}\,[2hh^{VI}(q-q^{VI})+(hl^{VI}+h^{VI}l)p^{VI}-2lh^{VI}p]=0'',000000\,(\bar{9},7847418),$$

$$(m^{IV}_{,}m)_{12}\,[2hh^{IV}(q-q^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)p^{IV}-2lh^{VI}p]=-0'',000000\,(\overline{12},4453854),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m^{VI}_{,}m)\,(q-q^{VI})\,(l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},2407724).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Венера.

$$(m_{,}^{VI}m')(q'-q^{VI}) = 0'',000000\,(\bar{7},6747412),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m')\left[2(q'q^{VI}+p'p^{VI})(q'-q^{VI}) - q'((q'-q^{VI})^2+(p'-p^{VI})^2) - 3q^{VI}(q'^2-q^{VI2}) - 3p^{VI}(q'p'-q^{VI}p^{VI})\right]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{9},0017110),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_1(q'-q^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2] = -0'',000000\,(\overline{12},3511977),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_4(q'-q^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2] = 0'',000000\,(\bar{9},1991825),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_2[(l'^2-h'^2)(q'-q^{VI})+2l'h'(p'-p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{11},3442536),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m')} = 0'',000010\,(\bar{5},0083088),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m')}[(l'^2-h'^2)(q'-q^{VI})+2l'h'(p'-p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{11},3406473),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q'-q^{VI})+2l^{VI}h^{VI}(p'-p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{10},7434107),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q'-q^{VI})+2l^{VI}h^{IV}(p'-p^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{9},1117274),$$

$$2\,(m_{,}^{VI}m')_{15}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(q'-q^{VI})-(h'l^{VI}-h^{VI}l')p'] = -0'',000000\,(\bar{8},1932257),$$

$$2\,(m_{,}^{VI}m')_{16}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(q'-q^{VI})-(h'l^{VI}-h^{VI}l')p'] = 0'',000000\,(\bar{8},1951298),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{VI}m')_4[(q'-q^{VI})^3+(q'-q^{VI})(p'-p^{VI})^2-p'(p'q^{VI}-q'p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{10},6686005),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_1[(q'-q^{VI})^3+(q'-q^{VI})(p'-p^{VI})^2-p'(p'q^{VI}-q'p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{12},2977370),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m')_1} = -0'',000009\,(\bar{6},9935815)$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m')_1}[(q'-q^{VI})^3+(q'-q^{VI})(p'-p^{VI})^2+2p'(p'q^{VI}-q'p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{10},4267110),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{VI}m')_4[(q'-q^{VI})^3+(q'-q^{VI})(p'-p^{VI})^2+2p'(p'q^{VI}-q'p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{10},4463994),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_{10}[2h'h^{VI}(q'-q^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')p^{VI}-2l'h^{VI}p'] = 0'',000000\,(\bar{9},2540200),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_{11}[2h'h^{VI}(q'-q^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')p^{VI}-2l'h^{VI}p'] = 0'',000000\,(\bar{9},2581878),$$

$$(m_{,}^{VI}m')_{12}[2h'h^{VI}(q'-q^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')p^{VI}-2l'h^{VI}p'] = -0'',000000\,(\overline{12},4610477),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m')(q'-q^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2}] = 0'',000000\,(\overline{10},8083919).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Земля.

$$(m_{,}^{VI}m'')(q''-q^{VI}) = -0'',000000\,(\bar{7},5412980),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m'')\left[2(q^{VI}q''+p^{VI}p'')(q''-q^{VI}) - q''((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2) - 3q^{VI}(q''^2-q^{VI2}) - 3p^{VI}(q''p''-q^{VI}p^{VI})\right]$$
$$= 0'',000000\,(\overline{11},9776239),$$

$$(m_{,}^{VI}m'')_1(l''^2+h''^2+l^{VI2}+h^{VI2})(q''-q^{VI}) = 0'',000000\,(\overline{12},5439121),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_4(l''^2 + h''^2 + h^{VI2} + l^{VI2})(q'' - q^{VI}) = -0'',000000\,(\bar{9},1113539),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_2[(l''^2 - h''^2)(q'' - q^{VI}) + 2l''h''(p'' - p^{VI}) = -0'',000000\,(\overline{11},6935763),$$

$$\overline{(m^{VI}m'')} = 0'',000022\,(\bar{5},3366061),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m'')}[(l''^2 - h''^2)(q'' - q^{VI}) + 2l''h''(p'' - p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{11},686541),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{13}[(l^{VI2} - h^{VI2})(q'' - q^{VI}) + 2l^{VI}h^{VI}(p'' - p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{10},4308265),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{14}[(l^{VI2} - h^{VI2})(q'' - q^{VI}) + 2l^{VI}h^{VI}(p'' - p^{IV})] = -0'',000000\,(\overline{10},7994697),$$

$$2(m^{VI}_{,}m'')_{15}[(l''l^{VI} + h''h^{VI})(q'' - q^{VI}) - (h''l^{VI} - h^{VI}l'')p''] = 0'',000000\,(\bar{9},2916753),$$

$$2(m^{VI}_{,}m'')_{16}[(l''l^{VI} + h''h^{VI})(q'' - q^{VI}) - (h''l^{VI} - h^{VI}l'')p''] = -0'',000000\,(\bar{9},2953744),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m'')_4[(q'' - q^{VI})^3 + (q'' - q^{VI})(p'' - p^{VI})^2 - p''(p''q^{VI} - q''p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{11},5060380),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_1[(q'' - q^{VI})^3 + (q'' - q^{VI})(p'' - p^{IV})^2 - p''(p''q^{VI} - q''p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{13},4157175),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m'')_1} = -0'',000022\,(\bar{5},3410520),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m'')_1}[(q'' - q^{VI})^3 + (q'' - q^{VI})(p'' - p^{VI})^2 + 2p''(p''q^{VI} - q''p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{11},7999360),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{VI}_{,}m'')_4[(q'' - q^{IV})^3 + (q'' - q^{IV})(p'' - p^{IV})^2 + 2p''(p''q^{IV} - q''p^{IV})] = -0'',000000\,(\overline{11},2050080),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{10}[2h''h^{VI}(q'' - q^{VI}) + (h''l^{VI} + h^{VI}l'')p^{VI} - 2l''h^{VI}p''] = -0'',000000\,(\bar{8},1064697),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{11}[2h''h^{VI}(q'' - q^{VI}) + (h''l^{VI} + h^{VI}l'')p^{VI} - 2l''h^{VI}p''] = -0'',000000\,(\bar{8},1144353),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{12}[2h''h^{VI}(q'' - q^{VI}) + (h''l^{VI} + h^{VI}l'')p^{VI} - 2l''h^{VI}p''] = 0'',000000\,(\overline{11},5975584),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m'')(q'' - q^{VI})(l^{VI2} + h^{VI2} + 3p^{VI2} + 3q^{VI2}] = 0'',000000\,(\overline{10},6749487).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Марсъ.

$$(m^{VI}_{,}m''')(q''' - q^{VI}) = 0'',000000\,(\bar{7},6876890),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m''')[2(q'''q^{VI} + p'''p^{VI})(q''' - q^{VI}) - q'''((q''' - q^{VI})^2 + (p''' - p^{VI})^2) - 3q^{VI}(q'''^2 - q^{VI2}) - 3p^{VI}(q'''p''' - q^{VI}p^{VI})]$$
$$= -0'',000000\,(\overline{10},4169905),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_1[l^{VI2} + h^{VI2} + l'''^2 + h'''^2](q''' - q^{IV}) = -0'',000000\,(\overline{11},7051206),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_4[l^{VI2} + h^{VI2} + l'''^2 + h'''^2](q''' - q^{VI}) = 0'',000000\,(\bar{9},9089065),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_2[(l'''^2 - h'''^2)(q''' - q^{VI}) + 2l'''h'''(p''' - p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{11},7641670),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m''')} = 0'',000007\,(\bar{6},8250550),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m''')}[(l'''^2 - h'''^2)(q''' - q^{VI}) + 2l'''h'''(p''' - p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{11},5482990),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{13}[(l^{VI2} - h^{IV2})(q''' - q^{VI}) + 2l^{VI}h^{VI}(p''' - p^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{10},7114731),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{14}[(l^{VI2} - h^{VI2})(q''' - q^{VI}) + 2l^{VI}h^{VI}(p''' - p^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{10},8809946).$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m''')_{15}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(q'''-q^{VI})-(h'''l^{VI}-h^{VI}l''')p''']=0'',000000\,(\bar{8},5467930),$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m''')_{16}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(q'''-q^{VI})-(h'''l^{VI}-h^{VI}l''')p''']=-0'',000000\,(\bar{8},5554216),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m''')_{4}[(q'''-q^{VI})^3+(q'''-q^{VI})(p'''-p^{VI})^2-p'''(p'''q^{VI}-q'''p^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},2326273),$$

$$(m^{IV}_{,}m''')_{1}[(q'''-q^{VI})^3+(q'''-q^{VI})(p'''-p^{VI})^2-p'''(p'''q^{VI}-q'''p^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{12},5059627),$$

$$\overline{(m^{VI}m''')}_{1}=-0'',000007\,(\bar{6},8353621),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m''')}_{1}[(q'''-q^{VI})^3+(q'''-q^{VI})(p'''-p^{VI})^2+2p'''(p'''q^{VI}-q'''p^{VI})]=0'',000000\,(\overline{12},9035480),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{VI}_{,}m''')_{4}[(q'''-q^{VI})^3+(q'''-q^{VI})(p'''-p^{VI})^2+2p'''(p'''q^{VI}-q'''p^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{12},9155645),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{10}[2h'''h^{VI}(q'''-q^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')p^{VI}-2l'''h^{VI}p''']=-0'',000000\,(\bar{9},6431549),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{11}[2h'''h^{VI}(q'''-q^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')p^{VI}-2l'''h^{VI}p''']=-0'',000000\,(\bar{9},6616479),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{12}[2h'''h^{VI}(q'''-q^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')p^{VI}-2l'''h^{VI}p''']=0'',000000\,(\overline{11},5076639),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m''')(q'''-q^{VI})(l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},8213397).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Юпитеръ.

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})(q^{IV}-q^{VI})=-0'',006849\,(\bar{3},8356552),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m^{IV})[2(q^{IV}q^{VI}+p^{IV}p^{IV})(q^{IV}-q^{VI})-q^{IV}((q^{IV}-q^{VI})^2+(p^{IV}-p^{VI})^2)-3q^{VI}(q^{IV2}-q^{VI2})-3p^{VI}(q^{IV}p^{IV}-q^{VI}p^{VI})$$
$$=0'',000000\,(\bar{7},8132654),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{1}(q^{IV}-q^{VI})[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{VI2}+h^{VI2}]=0'',000004\,(\bar{6},5972160),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{4}[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{VI2}+h^{VI2}](q^{IV}-q^{VI})=-0'',000059\,(\bar{5},7733909),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{2}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q^{VI})+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p^{VI})=0'',000003\,(\bar{6},5195269),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m^{IV})}=0'',135953\,(\bar{1},1333901),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(q^{IV}-q^{VI})+2l^{IV}h^{IV}(p^{IV}-p^{VI})]=-0'',000002\,(\bar{6},2429686),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{IV}-q^{VI})+2l^{VI}h^{VI}(p^{IV}-p^{VI})]=0'',000019\,(\bar{5},2713881),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{IV}-q^{VI})+2h^{VI}l^{VI}(p^{IV}-p^{VI})]=-0'',000045\,(\bar{5},6567548),$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m^{IV})_{15}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(q^{IV}-q^{VI})-(h^{IV}l^{VI}-h^{VI}l^{IV})p^{IV}]=-0'',000123\,(\bar{4},0896656),$$

$$2\,(m^{VI}_{,}m^{IV})_{16}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(q^{IV}-q^{VI})-(h^{IV}l^{VI}-h^{VI}l^{IV})p^{IV}]=0'',000158\,(\bar{4},1990715),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m^{IV})_{4}[(q^{IV}-q^{VI})^3+(q^{IV}-q^{VI})(p^{IV}-p^{VI})^2-p^{IV}(p^{IV}q^{VI}-q^{IV}p^{VI})]=-0'',000002\,(\bar{6},3932874),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{IV})_{1}[(q^{IV}-q^{VI})^3+(q^{IV}-q^{VI})(p^{IV}-p^{VI})^2-p^{IV}(p^{IV}q^{VI}-q^{IV}p^{VI})]=0'',000000\,(\bar{7},6942338),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m^{IV})}_{1}=-0'',194861\,(\bar{1},2897266),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m^{IV})}_1[(q^{IV}-q^{VI})^3+(q^{IV}-q^{VI})(p^{IV}-p^{VI})^2+2p^{IV}(p^{IV}q^{VI}-q^{IV}p^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{7},9852083),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{VI}m^{IV})_4[(q^{IV}-q^{VI})^3+(q^{IV}-q^{VI})(p^{IV}-p^{VI})^2+2p^{IV}(p^{IV}q^{VI}-q^{IV}p^{VI})]=0'',000001\,(\bar{6},1738973),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{10}[2h^{IV}h^{VI}(q^{IV}-q^{VI})+(h^{IV}l^{VI}+h^{VI}l^{IV})p^{VI}-2l^{IV}h^{VI}p^{IV}]=-0'',000044\,(\bar{5},6478495),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{11}[2h^{VI}h^{IV}(q^{IV}-q^{VI})+(h^{IV}l^{VI}+h^{VI}l^{IV})p^{VI}-2l^{IV}h^{VI}p^{IV}]=-0'',000073\,(\bar{5},8638329),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{IV})_{12}(q^{IV}-q^{VI})[2h^{IV}h^{VI}+(h^{IV}l^{VI}+h^{VI}l^{IV})p^{VI}-2l^{IV}h^{VI}p^{IV}]=0'',000005\,(\bar{6},7251670),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{IV})(q^{IV}-q^{VI})(l^{VI2}+h^{VI2}+3q^{VI2}+3p^{VI2})=-0'',000009\,(\bar{6},9693059).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000010$.

Уранъ и Сатурнъ.

$$(m_{,}^{VI}m^{V})(q^{V}-q^{VI})=-0'',028144\,(\bar{2},4493880),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m^{V})[2(q^{V}q^{VI}+p^{V}p^{VI})(q^{V}-q^{VI})-q^{V}((q^{V}-q^{VI})^2+(p^{V}-p^{VI})^2)-3q^{VI}(q^{V2}-q^{VI2})-3p^{VI}(q^{V}p^{V}-q^{VI}p^{VI})]$$
$$=0'',000017\,(\bar{5},2389354),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_1(q^{V}-q^{VI})(l^{V2}+h^{V2}+l^{VI2}+h^{VI2})=0'',000098\,(\bar{5},9917165),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_4(l^{V2}+h^{V2}+h^{VI2}+l^{VI2})(q^{V}-q^{VI})=-0'',000543\,(\bar{4},7350733),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_2[(l^{V2}-h^{V2})(q^{V}-q^{VI})+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p^{VI})=-0'',000038\,(\bar{5},5812471),$$

$$\overline{(m^{VI}m^{V})}=-0'',492802\,(\bar{1},6926730),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m^{V})}[(l^{V2}-h^{V2})(q^{V}-q^{VI})+2l^{V}h^{V}(p^{V}-p^{VI})]=-0'',000033\,(\bar{5},5143175),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{V}-q^{VI})+2l^{VI}h^{VI}(p^{V}-p^{VI})]=0'',000112\,(\bar{4},0506047),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(q^{V}-q^{VI})+2l^{VI}h^{VI}(p^{V}-p^{IV})]=-0'',000296\,(\bar{4},4713477),$$

$$2(m_{,}^{VI}m^{V})_{15}[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h^{VI})(q^{V}-q^{VI})-(h^{V}l^{VI}-h^{VI}l^{V})p^{V}]=-0'',000218\,(\bar{4},3386600),$$

$$2(m_{,}^{VI}m^{V})_{16}[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h^{VI})(q^{V}-q^{VI})-(h^{V}l^{VI}-h^{VI}l^{V})p^{V}]=0'',000659\,(\bar{4},8189155),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{VI}m^{V})_4[(q^{V}-q^{VI})^3+(q^{V}-q^{VI})(p^{V}-p^{VI})^2-p^{V}(p^{V}q^{VI}-q^{V}p^{VI})]=-0'',000065\,(\bar{5},8108209),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_1[(q^{V}-q^{VI})^3+(q^{V}-q^{VI})(p^{V}-p^{IV})^2-p^{V}(p^{V}q^{VI}-q^{V}p^{VI})]=0'',000035\,(\bar{5},5445854),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m^{V})}_1=-0'',196108\,(\bar{1},2924959),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m^{V})}_1[(q^{V}-q^{VI})^3+(q^{V}-q^{VI})(p^{V}-p^{VI})^2+2p^{V}(p^{V}q^{VI}-q^{V}p^{VI})]=-0'',000001\,(\bar{6},0959530),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{VI}m^{V})_4[(q^{V}-q^{IV})^3+(q^{V}-q^{IV})(p^{V}-p^{IV})^2+2p^{V}(p^{V}q^{IV}-q^{V}p^{IV})]=0'',000005\,(\bar{6},7282387),$$

$$(m_{,}^{VI}m\ )_{10}[2h^{V}h^{VI}(q^{V}-q^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})p^{VI}-2l^{V}h^{VI}p^{V}]=-0'',000062\,(\bar{5},7896500),$$

$$(m_{,}^{VI}m^{V})_{11}[2h^{V}h^{VI}(q^{V}-q^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})p^{VI}-2l^{V}h^{VI}p^{V}]=-0'',000342\,(\bar{4},5346931),$$

$$(m_{\prime}^{VI}m^{V})_{12}[2h^{V}h^{VI}(q^{V}-q^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})p^{VI}-2l^{V}h^{VI}p^{V}]=0'',000064\,(\bar{5},8092767),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{\prime}^{VI}m^{V})(q^{V}-q^{VI})(l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2}]=-0'',000038\,(\bar{5},5830387).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000284$.

(22). По формулѣ, на стр. 27, вычисляемъ величины $\frac{dq}{dt}$, $\frac{dq'}{dt}$, ипр.:

Меркурій и Венера.

$$-(m,m')(p'-p)=0'',090429\,(\bar{2},9563111),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')[2(p'-p)(q'q+p'p)-p'((q'-q)^2+(p'-p)^2)-3p(p'^2-p^2)-3q(q'p'-qp)]$$
$$=0'',003158\,(\bar{3},4994433),$$

$$(m,m')_1(p'-p)[l'^2+h'^2+l^2+h^2]=0'',003228\,(\bar{3},5090537),$$

$$(m,m')_4(p'-p)[l'^2+h'^2+l^2+h^2]=-0'',016163\,(\bar{2},2085230),$$

$$(m,m')_2[(l'^2-h'^2)(p'-p)-2l'h'(q'-q)]=0'',000004\,(\bar{6},5979811),$$

$$\overline{(m,m')}[(l'^2-h'^2)(p'-p)-2l'h'(q'-q)]=0'',000005\,(\bar{6},6649902),$$

$$(m,m')_{13}[(l^2-h^2)(p'-p)-2lh(q'-q)]=-0'',010620\,(\bar{2},0261411),$$

$$(m,m')_{14}[(l^2-h^2)(p'-p)-2lh(q'-q)]=0'',028423\,(\bar{2},4536807),$$

$$2(m,m')_{15}[(ll'+hh')(p'-p)+(h'l-hl')q']=0'',000031\,(\bar{5},4978755),$$

$$2(m,m')_{16}[(ll'+hh')(p'-p)+(h'l-hl')q']=-0'',000127\,(\bar{4},1027979),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m')_4[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2+q'(p'q-q'p)]=-0'',000522\,(\bar{4},7176647),$$

$$(m,m')_1[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2+q'(p'q-q'p)]=0'',000313\,(\bar{4},4953167),$$

$$\overline{(m,m')}_1[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2-2q'(p'q-q'p)]=0'',000092\,(\bar{5},9664441),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m')_4[(p'-p)^3+(p'-p)(q'-q)^2-2q'(p'q-q'p)]=-0'',000595\,(\bar{4},774901),$$

$$(m,m')_{10}[2ll'(p'-p)+(h'l+hl')q-2lh'q']=-0'',000896\,(\bar{4},9522815),$$

$$(m,m')_{11}[2ll'(p'-p)+(h'l+hl')q-2lh'q']=-0'',006665\,(\bar{3},8238409),$$

$$(m,m')_{12}[2ll'(q'-q)+(h'l+hl')q-2lh'q']=0'',001378\,(\bar{3},1394793),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m')(p'-p)[l^2+h^2+3p^2+3q^2]=-0'',003957\,(\bar{3},5974182).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',029023$.

Меркурій и Земля.

$$-(m,m'')(p''-p)=0'',078041\,(\bar{2},8923653),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')[2(p''-p)(q''q+p''p)-p''((q''-q)^2+(p''-p)^2)-3p(p''^2-p^2)-3q(q''p''-qp)]$$
$$=0'',001765\,(\bar{3},2469325),$$

$$(m,m'')_1(p''-p)[l''^2+h''^2+l^2+h^2)=0'',000103\,(\bar{4},0141057),$$

$$(m,m'')_4(p''-p)[l''^2+h''^2+l^2+h^2]=-0'',000839\,(\bar{4},9236014),$$

$$(m,m'')_2[(l''^2-h''^2)(p''-p)-2l''h''(q''-q)]=-0,000004\,(\bar{6},6437132),$$

$$\overline{(m,m'')}\,[(l''^2-h''^2)(p''-p)-2l''h''(q''-q)]=-0'',000000\,(\bar{7},3950681),$$

$$(m,m'')_{13}[(l^2-h^2)(p''-p)-2lh(q''-q)]=0'',004449\,(\bar{3},6483154),$$

$$(m,m'')_{14}[(l^2-h^2)(p''-p)-2lh(q''-q)]=0'',011226\,(\bar{2},0502392),$$

$$2(m,m'')_{15}[(ll''+hh'')(p''-p)+(h''l-hl'')q'']=-0'',006931\,(\bar{3},8407764),$$

$$2(m,m'')_{16}[ll''+hh'')(p''-p)+(h''l-hl'')q'']=0'',012248\,(\bar{2},0880756),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m'')_4[(p''-p)^3+(p''-p)(q''-q)^2+q''(p''q-pq'')]=-0'',000991\,(\bar{4},9959691),$$

$$(m,m'')_1[(p''-p)^3+(p''-p)(q''-q)^2+q''(p''q-pq'')]=0'',000366\,(\bar{4},5635947),$$

$$\overline{(m,m'')}_1[(p''-p)^3+(p''-p)(q''-q)^2-2q''(p''q-pq'')]=0'',000233\,(\bar{4},3678920),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m'')_4[(p''-p)^3+(p''-p)(q''-q)^2-2q''(p''q-pq'')]=-0'',000495\,(\bar{4},6949391),$$

$$(m,m'')_{10}[2ll''(p''-p)+(h''l+hl'')q-2lh''q'']=0'',000066\,(\bar{5},8193677),$$

$$(m,m'')_{11}[2ll''(p''-p)+(h''l+hl'')q-2lh''q'']=0'',000183\,(\bar{4},2627174),$$

$$(m,m'')_{12}[2ll''(p''-p)+(h''l+hl'')q-2lh''q'']=-0'',000024\,(\bar{5},3804369),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m'')(p''-p)[l^2+h^2+3q^2+3p^2]=-0'',003415\,(\bar{3},5334724).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',012548$.

Меркурій и Марсъ.

$$-(m,m''')(p'''-p)=0'',001797\,(\bar{3},2547434),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')[2(p'''-p)(q'''q+p'''p)-p'''((q'''-q)^2+(p'''-p)^2)-3p(p'''^2-p^2)-3q(q'''p'''-qp)]$$
$$=0'',000034\,(\bar{5},5264950),$$

$$(m,m''')_1(p'''-p)[l'''^2+h'''^2+l^2+h^2]=0'',000009\,(\bar{6},9479765),$$

$$(m,m''')_4(p'''-p)[l'''^2+h'''^2+l^2+h^2]=-0'',000171\,(\bar{4},2337686),$$

$$(m,m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p)-2l'''h'''(q'''-q)=0'',000006\,(\bar{6},7679503),$$

$$\overline{(m,m''')}\,[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p)-2l'''h'''(q'''-q)]=-0'',000003\,(\bar{6},5406380),$$

$$(m,m''')_{13}[(l^2-h^2)(p'''-p)-2lh(q'''-q)]=-0'',000087\,(\bar{5},9405606),$$

$$(m,m''')_{14}[(l^2-h^2)(p'''-p^V)+2lh(q'''-q^V)]=0'',000211\,(\bar{4},3251023),$$

$$2\,(m,m''')_{15}[(ll'''+hh''')(p'''-p)+(h'''l-l'''h)\,q''']=0'',000017\,(\bar{5},2222753),$$

$$2\,(m,m''')_{16}[(ll'''+hh''')(p'''-p)+(h'''l-l'''h)q''']=-0'',000021\,(\bar{5},3171625),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m''')_4[(p'''-p)^3+(p'''-p)(q'''-q)^2+q'''(p'''q-pq''')]=-0'',000009\,(\bar{6},9601218),$$

$$(m,m''')_1[(p'''-p)^3+(p'''-p)(q'''-q)^2+q'''(p'''q-pq''')]=0'',000000\,(\bar{8},8700513),$$

$$\overline{(m,m''')}_1[(p'''-p)^3+(p'''-p)(q'''-q)^2-2q'''(p'''q-pq''')]=0'',000003\,(\bar{6},5380480),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m''')_4[(q'''-q)^3+(p'''-p)(q'''-q)^2-2q'''(p'''q-pq''')]=-0'',000005\,(\bar{6},6669643),$$

$$(m,m''')_{10}[2\,ll'''(p'''-p)+(h'''l+hl''')\,q-2lh'''q''']=0'',000065\,(\bar{5},8116628),$$

$$(m,m''')_{11}[2ll'''(p'''-p)+(h'''l+hl''')q-2hl'''q''']=0'',000100\,(\bar{4},0010673),$$

$$(m,m)_{12}[2ll'''^2(p'''-p)+(h'''l+hl''')\,q-2lh'''q''')]=-0'',000006\,(\bar{6},8121861),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m''')(p'''-p)(l^2+h^2+3p^2+3q^2)=-0'',000079\,(\bar{5},8958505).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000134$.

Меркурій и Юпитеръ.

$$-(m,m^{IV})(p^{IV}-p)=0'',104899\,(\bar{1},0207715),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})[2(p^{IV}-p)(q^{IV}q+p^{IV}p)-p^{IV}((q^{IV}-q)^2+(p^{IV}-p)^2)-3p(p^{IV2}-p^2)-3q(q^{IV}p^{IV}-pq)]$$
$$=0'',002702\,(\bar{3},4317258),$$

$$(m,m^{IV})_1(l^{VI2}+h^{IV2}+l^2+h^2)(p^{IV}-p)=0'',000040\,(\bar{5},6037957),$$

$$(m,m^{IV})_4(l^{IV2}+h^{IV2}+l^2+h^2)(p^{IV}-p)=-0'',007310\,(\bar{3},8639251),$$

$$(m,m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p)-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q)]=0,000025\,(\bar{5},4025003),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p)-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q)]=-0'',000040\,(\bar{5},6040858),$$

$$(m,m^{IV})_{13}[(l^2-h^2)(p^{IV}-p)-2lh(q^{IV}-q)]=-0'',005230\,(\bar{3},7185099),$$

$$(m,m^{IV})_{14}[(l^2-h^2)(p^{VI}-p)-2lh(q^{IV}-q)]=0'',012241\,(\bar{2},0878414),$$

$$2\,(m,m^{IV})_{15}[(ll^{IV}+hh^{IV})(p^{IV}-p)+(h^{IV}l-h^{IV}l)q^{IV}]=0'',005661\,(\bar{3},7529357),$$

$$2\,(m,m^{IV})_{16}[(ll^{IV}+hh^{IV})(p-p^{IV})+(h^{IV}l-h^{IV}l)q^{IV}]=-0'',005761\,(\bar{3},7604994),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m^{IV})_4[(p^{IV}-p)^3+(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)^2+q^{IV}(p^{IV}q-pq^{IV})]=-0'',000657\,(\bar{4},8174366),$$

$$(m,m^{IV})_1[(p^{IV}-p)^3+(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)^2+q^{IV}(p^{IV}q-pq^{IV})]=0'',000011\,(\bar{5},0344285),$$

$$\overline{(m,m^{IV})}_1\left[(p^{IV}-p)^3+(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)^2-2q^{IV}(p^{IV}q-pq^{IV})\right]=0'',000316\ (\bar{4},5001031),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m^{IV})_4\left[(q^{IV}-q)^3+(p^{IV}-p)(q^{IV}-q)^2-2p^{IV}(p^{IV}q-pq^{IV})\right]=-0'',000319\ (\bar{4},5041106),$$

$$(m,m^{IV})_{10}\left[2ll^{IV}(p^{IV}-p)+(h^{IV}l+hl^{IV})q-2lh^{IV}q^{IV}\right]=0'',009566\ (\bar{3},9807322),$$

$$(m,m^{IV})_{11}\left[2ll^{IV}(p^{IV}-p)+(h^{IV}l+hl^{IV})q-2lh^{IV}q^{IV}\right]=0'',009930\ (\bar{3},9969581),$$

$$(m,m^{VI})_{12}\left[2ll^{IV}(p^{IV}-p)+(h^{IV}l+hl^{IV})q-2lh^{IV}q^{IV}\right]=-0'',000061\ (\bar{5},7867928),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{IV})(p^{IV}-p)\left[l^2+h+3q^2+3p^2\right]=-0'',004591\ (\bar{3},6618786),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',012371$.

Меркурій и Сатурнъ.

$$-(m,m^{V})(p^{V}-p)=0'',003689\ (\bar{3},5668655),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{V})\left[2(p^{V}-p)(q^{V}q+p^{V}p)-p^{V}((q^{V}-q)^2+(p^{V}-p)^2)-3p(p^{V2}-p^2)-3q(q^{V}p^{V}-qp)\right]$$
$$=0'',000116\ (\bar{4},0651062),$$

$$(m,m^{V})_1(p^{V}-p)\left[l^{V2}+h^{V2}+l^2+h^2\right]=0'',000000\ (\bar{7},6183920),$$

$$(m,m^{V})_4(p^{V}-q)\left[l^{V2}+h^{V2}+l^2+h^2\right]=-0'',000042\ (\bar{5},6288349),$$

$$(m,m^{V})_2\left[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p)-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q)\right]=-0'',000003\ (\bar{6},4908247),$$

$$\overline{(m,m^{V})}\left[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p)-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q)\right]=0'',000003\ (\bar{6},4857699),$$

$$(m,m^{V})_{13}\left[(l^2-h^2)(p^{V}-p)-2lh(q^{V}-q)\right]=-0'',000230\ (\bar{4},3610571),$$

$$(m,m^{V})_{14}\left[(l^2-h^2)(p^{V}-p)-2lh(q^{V}-q)\right]=0'',000536\ (\bar{4},7294378),$$

$$2(m,m)_{15}\left[(ll^{V}+hh^{V})(p^{V}-p)+(h^{V}l-l^{V}h)q^{V}\right]=0'',001106\ (\bar{3},0438367),$$

$$2(m,m^{V})_{16}\left[(ll^{V}+hh^{V})(q^{V}-q)+(h^{V}l-l^{V}h)q^{V}\right]=-0'',001111\ (\bar{3},0460763),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m^{V})_4\left[(p^{V}-p)^3+(p^{V}-p)(q^{V}-q)^2+q^{V}(p^{V}q-pq^{V})\right]=-0'',000004\ (\bar{6},6492424),$$

$$(m,m^{V})_1\left[(p^{V}-p)^3+(p^{V}-p)(q^{V}-q)^2+q^{V}(p^{V}q-pq^{V})\right]=0'',000000\ (\bar{7},1159208),$$

$$\overline{(m,m^{V})}_1\left[(p^{V}-p)^3+(p^{V}-p)(q^{V}-q)^2-2q^{V}(p^{V}q-pq^{V})\right]=0'',000009\ (\bar{6},9329553),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m^{V})_4\left[(p^{V}-p)^3+(p^{V}-p)(q^{V}-q)^2-2q^{V}(p^{V}q-pq^{V})\right]=-0'',000001\ (\bar{6},1621989)$$

$$(m,m^{V})_{10}\left[2ll^{V}(p^{V}-p)+(h^{V}l+l^{V}h)q-2lh^{V}q^{V}\right]=0'',000568\ (\bar{4},7541244),$$

$$(m,m^{V})_{11}\left[2ll^{V}(p^{V}-p)+(h^{V}l+l^{V}h)q-2lh^{V}q^{V}\right]=0'',000574\ (\bar{4},7589517),$$

$$(m,m^{V})_{12}\left[2ll^{V}(p^{V}-p)+(h^{V}l+l^{V}h)q-2lh^{V}q^{V}\right]=-0'',000001\ (\bar{6},0254168),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{V})(p^{V}-p)\left[l^2+h^2+3p^2+3q^2\right]=-0'',000161\ (\bar{4},2079726).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000763$.

Меркурій и Уранъ.

$$-(m,m^{VI})(p^{VI}-p)=0'',000139\,(\bar{4},1447729),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})[2(p^{VI}-p)(p^{VI}p+q^{VI}q)-p^{VI}((q^{VI}-q)^2+(p^{VI}-p)^2)-3p(q^{VI2}-q^2)-3q(q^{VI}p^{VI}-qp)]$$
$$=0'',000003\,(\bar{6},5175113),$$

$$(m,m^{VI})_1(p^{VI}-p)[l^{VI2}+h^{VI2}+l^2+h^2]=0'',000000\,(\bar{9},5789123),$$

$$(m,m^{VI})_4(p^{VI}-p)[l^{VI2}+h^{VI2}+l^2+h^2]=-0'',000009\,(\bar{6},9693327),$$

$$(m,m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p)-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q)]=0'',000000\,(\bar{7},0140814),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p)-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q)]=-0'',000000\,(\bar{7},0133219),$$

$$(m,m^{VI})_{13}[(l^2-h^2)(p^{VI}-p)-2lh(q^{VI}-q)]=-0'',000006\,(\bar{6},7973404),$$

$$(m,m^{VI})_{14}[(l^2-h^2)(p^{VI}-p)-2lh(q^{VI}-q)]=0'',000015\,(\bar{5},1651696),$$

$$2(m,m^{VI})_{15}[(ll^{VI}+hh^{VI})(p^{VI}-p)+(h^{VI}l-l^{VI}h)q^{VI}]=-0'',000007\,(\bar{6},8537585),$$

$$2(m,m^{VI})_{16}[(ll^{VI}+hh^{VI})(p^{VI}-p)+(h^{VI}l-l^{VI}h)q^{VI}]=0'',000007\,(\bar{6},8543080),$$

$$\tfrac{1}{3}(m,m^{VI})_4[(p^{VI}-p)^3+(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)^2+q^{VI}(p^{VI}q-pq^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{7},9331283),$$

$$(m,m^{VI})_1[(p^{VI}-p)^3+(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)^2+q^{VI}(p^{VI}q-pq^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},0198292),$$

$$\overline{(m,m^{VI})}_1[(p^{VI}-p)^3+(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)^2-2q^{VI}(p^{VI}q-pq^{VI})]=0'',000000\,(\bar{7},6355326),$$

$$\tfrac{1}{6}(m,m^{VI})_4[(p^{VI}-p)^3+(p^{VI}-p)(q^{VI}-q)^2-2q^{VI}(p^{VI}q-pq^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{7},6363062)],$$

$$(m,m^{VI})_{10}[2ll^{VI}(p^{VI}-p)+(h^{VI}l+hl^{VI})q-2lh^{VI}q^{VI}]=-0'',000089\,(\bar{5},9508095),$$

$$(m,m^{VI})_{11}[2ll^{VI}(p^{VI}-p)+(h^{VI}l+hl^{VI})q-2lh^{VI}q^{VI}]=-0'',000089\,(\bar{5},9520031),$$

$$(m,m^{VI})_{12}[2ll^{VI}(p^{VI}-p)+(h^{VI}l+hl^{VI})q-2lh^{VI}q^{VI}]=0'',000000\,(\bar{8},6126468),$$

$$\tfrac{1}{2}(m,m^{VI})(p^{VI}-p)(l^2+h^2+3p^2+3q^2)=-0'',000006\,(\bar{6},7858800),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000015$.

Венера и Меркурій.

$$-(m',m)(p-p')=-0'',008861\,(\bar{3},9474926),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m)[2(p-p')(qq'+pp')-p((q'-q)^2+(p'-p)^2)-3p'(p^2-p'^2)-3q'(qp-q'p')]$$
$$=-0'',000172\,(\bar{4},2351441),$$

$$(m',m)_1(p-p')[(l^2+h^2+l'^2+h'^2)]=-0'',000316\,(\bar{4},5002352),$$

$$(m',m)_4(p-p')[l^2+h^2+l'^2+h'^2]=0'',001584\,(\bar{3},1997045),$$

$$(m',m)_2[(l^2-h^2)(p-p')-2lh(q-q')]=0'',000357\,(\bar{4},552969),$$

$$\overline{(m',m)}\,[(l^2-h^2)(p-p')-2lh(q-q')] = -0'',000417\,(\bar{4},6199759),$$

$$(m',m)_{13}\,[(l'^2-h'^2)(p-p')-2l'h'(q-q')] = -0'',000001\,(\bar{6},0535184),$$

$$(m',m)_{14}\,[(l'^2-h'^2)(p-p')-2l'h'(q-q')] = 0'',000003\,(\bar{6},4810580),$$

$$2\,(m',m)_{15}\,[(ll'+hh')(p-p')+(hl'-lh')\,q] = 0'',000029\,(\bar{5},4578160),$$

$$2\,(m',m)_{16}\,[(ll'+hh')(p'-q)+(hl'-lh')\,q] = -0'',000115\,(\bar{4},0627384),$$

$$\tfrac{1}{3}\,(m',m)_4\,[(p'-p)^3+(p'-p)(q-q')^2+q\,(pq'-p'q)] = -0'',000047\,(\bar{5},6774735),$$

$$(m',m)_1\,[(p'-p)^3+(p'-p)(q-q')^2+q\,(pq'-p'q)] = 0'',000028\,(\bar{5},4551255),$$

$$\overline{(m',m)}_1\,[(p'-p)^3+(p'-p)(q-q')^2-2q(pq'-p'q)] = -0'',000024\,(\bar{5},3876939),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m)_4\,[(p-p')^3+(p-p)(q'-q')^2-2q\,(pq'-p'q)] = 0'',000157\,(\bar{4},1961517),$$

$$(m',m)_{10}\,[2ll'(p-p')+(hl'+h'l)\,q'-2l'hq] = 0'',000008\,(\bar{6},9252010),$$

$$(m',m)_{11}\,[2ll'(p-p')+(hl'+h'l)q'-2l'hq] = 0'',000063\,(\bar{5},7967604),$$

$$(m',m)_{12}\,[2ll'(p-p')+(hl'+h'l)\,q-2l'hq] = -0'',000013\,(\bar{5},1123988),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m',m)\,(p-p')\,(l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2) = 0'',000094\,(\bar{5},9720317).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',002002$.

Венера и Земля.

$$-(m',m'')\,(p''-p') = 0'',389162\,(\bar{1},5901300),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m',m'')\,[2(p''-p')\,(q''q'+p''p')-p''((q''-q')^2+(p''-p')^2)-3p'(p''^2-p'^2)-3q'(q''p''-q'p')]$$
$$= 0'',002050\,(\bar{3},3117091),$$

$$(m',m'')_1\,(p''-p')\,[l''^2+h''^2+l'^2+h'^2] = 0'',000442\,(\bar{4},6457014),$$

$$(m',m'')_4\,(p''-p')\,[l''^2+h''^2+l'^2+h'^2] = -0'',001573\,(\bar{3},1968834),$$

$$(m',m'')_2\,[(l''^2-h''^2)(p''-p')-2l''h''\,(q''-q')] = 0'',001467\,(\bar{3},1664739),$$

$$\overline{(m',m')}\,[(l''^2-h''^2)(p''-p')-2l''h''\,(q''-q')] = -0'',003677\,(\bar{3},5655696),$$

$$(m',m'')_{13}\,[(l'^2-h'^2)(p''-p')-2l'h'\,(q''-q')] = 0'',000003\,(\bar{6},4273702),$$

$$(m',m'')_{14}\,[(l'^2-h'^2)(p''-p')-2l'h'\,(q''-q')] = -0'',000008\,(\bar{6},9042330),$$

$$2\,(m',m'')_{15}\,[(l'l''+h'h'')(p''-p')+q''(h''l'-h'l'')] = 0'',000060\,(\bar{5},7770109),$$

$$2\,(m',m'')_{16}\,[(l'l''+h'h'')(p''-p')+q''(h''l'-h'l'')] = -0'',000522\,(\bar{4},7181919),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m'')_4\,[(p''-p')^3+(p''-p')(q''-q')^2+q''\,(p''q'-p'q'')] = -0'',005595\,(\bar{3},7477826),$$

$$(m',m')_1\,[(p''-p')^3+(p''-p')(q''-q')^2+q''(p''q'-p'q'')] = 0'',004718\,(\bar{3},6737219),$$

$$\overline{(m',m'')_1}[(p''-p')^3+(p''-p')(q''-q')^2-2q''(p''q'-p'q'')]=-0'',000430\,(\bar{4},6330804),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m'')_4[(p''-p')^3+(p''-p')(q''-q')^2-2q''(p''q'-p'q'')]=-0'',002797\,(\bar{3},4467526),$$

$$(m',m'')_{10}[2l'l''(p''-p')+(h''l'+h'l'')q'-2l'h''q'']=-0'',000004\,(\bar{6},6155010),$$

$$(m',m'')_{11}[2l'l''(p''-p')+(h''l'+h'l'')q'-2l'h''q'']=-0'',000234\,(\bar{4},3694083),$$

$$(m',m'')_{12}[2l'l''(p''-p')+(h''l'+h'l'')q'-2l'h''q'']=0'',000066\,(\bar{5},8229796),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m'')(p''-p')[l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2]=-0'',002059\,(\bar{3},3136432).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',014491$.

Венера и Марсъ.

$$-(m',m''')(p'''-p')=0'',003385\,(3,5295944),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m''')[2(p'''-p')(q'''q'+p'''p')-p'''((q'''-q')^2+(p'''-p')^2)-3p'(p'''^2-p'^2)-3q'(q'''p'''-q'p')]$$
$$=0'',000025\,(\bar{5},3991166),$$

$$(m',m''')_1(p'''-p')[l'''^2+h'''^2+l'^2+h'^2]=0'',000017\,(\bar{5},2217025),$$

$$(m',m''')_4(p'''-p')[l'''^2+h'''^2+l'^2+h'^2]=-0'',000099\,(\bar{5},9940278),$$

$$(m',m''')_2[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p')-2l'''h'''(q'''-q')]=0'',000005\,(\bar{6},6761963),$$

$$\overline{(m',m''')}[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p')-2l'''h'''(q'''-q')]=0'',000003\,(\bar{6},5076383),$$

$$(m',m''')_{13}[(l'^2-h'^2)(p'''-p')-2l'h'(q'''-q')]=-0'',000000\,(\bar{8},8789139),$$

$$(m',m''')_{14}[(l'^2-h'^2)(p'''-p')-2l'h'(q'''-q')]=0'',000000\,(\bar{7},6192179),$$

$$2(m',m''')_{15}[(l'l'''+h'h''')(p'''-p')+(h'''l'-l'''h')q''']=0'',000003\,(\bar{6},4192821),$$

$$2(m',m''')_{16}[(l'l'''+h'h''')(p'''-p')+(h'''l'-l'''h')q''']=-0'',000007\,(\bar{6},8393428),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m''')_4[(p'''-p')^3+(p'''-p')(q'''-q')^2+q'''(p'''q'-p'q''')]=-0'',000006\,(\bar{6},8067748),$$

$$(m',m''')_1[(p'''-p')^3+(p'''-p')(q'''-q')^2+q'''(p'''q'-p'q''')]=0'',000003\,(\bar{6},5115708),$$

$$\overline{(m',m''')_1}[(p'''-p')^3+(p'''-p')(q'''-q')^2-2q'''(p'''q'-p'q''')]=0'',000000\,(\bar{9},6935362),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m''')_4[(q'''-q')^3+(p'''-p')(q'''-q')^2-2q'''(p'''q'-p'q''')]=-0'',000000\,(\bar{8},2450581),$$

$$(m',m''')_{10}[2l'l'''(p'''-p')+(h'''l'+h'l''')q'-2l'h'''q''']=0'',000002\,(\bar{6},3487770),$$

$$(m',m''')_{11}[2l'l'''(p'''-p')+(h'''l'+h'l''')q'-2h'l'''q''']=0'',000010\,(\bar{5},0244886),$$

$$(m',m''')_{12}[2l'l'''^2(p'''-p')+(h'''l'+h'l''')q'-2l'h'''q''')]=-0'',000002\,(\bar{6},2718689),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m''')(p'''-p')(l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2)=-0'',000018\,(\bar{5},2531076).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000128$.

Венера и Юпитеръ.

$$-(m',m^{IV})(p^{IV}-p')=0'',141434\,(\bar{1},1505551),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{IV})[2(p^{IV}-p')(q^{IV}q'+p^{IV}p')-p^{IV}((q^{IV}-q')^2+(p^{IV}-p')^2)-3p'(p^{IV2}-p'^2)-3q'(q^{IV}p^{IV}-q'p')]$$
$$=0'',000832\,(\bar{4},9200870),$$

$$(m',m^{IV})_1(p^{IV}-p')(l^{IV2}+h^{IV2}+l'^2+h'^2)=0'',000010\,(\bar{5},0138150),$$

$$(m',m^{IV})_4(p^{IV}-p')(l^{IV2}+h^{IV2}+l'^2+h'^2)=-0'',000548\,(\bar{4},7390766),$$

$$(m',m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q')]=0,000061\,(\bar{5},7894706),$$

$$\overline{(m',m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q')]=-0'',000055\,(\bar{5},7374658),$$

$$(m',m^{IV})_{13}[(l'^2-h'^2)(p^{IV}-p)-2l'h'(q^{IV}-q')]=0'',000002\,(\bar{6},2108952),$$

$$(m',m^{IV})_{14}[(l'^2-h'^2)(p^{VI}-p')-2l'h'(q^{IV}-q')]=-0'',000004\,(\bar{6},5835732),$$

$$2(m',m^{IV})_{15}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(p^{IV}-p')+(h^{IV}l'-h'l^{IV})q^{IV}]=-0'',000190\,(\bar{4},2778493),$$

$$2(m',m^{IV})_{16}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(p'-p^{IV})+(h^{IV}l'-h'l^{IV})q^{IV}]=0'',000202\,(\bar{4},3047123),$$

$$\tfrac{1}{3}(m',m^{IV})_4[(p^{IV}-p')^3+(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')^2+q^{IV}(p^{IV}q'-p'q^{IV})]=-0'',000123\,(\bar{4},0915953),$$

$$(m',m^{IV})_1[(p^{IV}-p')^3+(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')^2+q^{IV}(p^{IV}q'-p'q^{IV})]=0'',000007\,(\bar{6},8434550),$$

$$\overline{(m',m^{IV})}_1[(p^{IV}-p')^3+(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')^2-2q^{IV}(p^{IV}q'-p'q^{IV})]=0'',000051\,(\bar{5},7077937),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m^{IV})_4[(p^{IV}-p')^3+(p^{IV}-p')(q^{IV}-q')^2-2q^{IV}(p^{IV}q'-p'q^{IV})]=-0'',000055\,(\bar{5},7450265),$$

$$(m',m^{IV})_{10}[2l'l^{IV}(p^{IV}-p')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})q'-2l'h^{IV}q^{IV}]=-0'',000330\,(\bar{5},5185325),$$

$$(m',m^{IV})_{11}[2l'l^{IV}(p^{IV}-p')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})q'-2l'h^{IV}q^{IV}]=-0'',000376\,(\bar{4},5751827),$$

$$(m',m^{VI})_{12}[2l'l^{IV}(p^{IV}-p')+(h^{IV}l'+h'l^{IV})q'-2l'h^{IV}q^{IV}]=0'',000008\,(\bar{6},8970523),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{IV})(p^{IV}-p')[l'^2+h'+3q'^2+3p'^2]=-0'',000748\,(\bar{4},8740683),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000478$.

Венера и Сатурнъ.

$$-(m',m^{V})(p^{V}-p')=0'',003333\,(\bar{3},5228790),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{V})[2(p^{V}-p')(q^{V}q'+p^{V}p')-p^{V}((q^{V}-q')^2+(p^{V}-p')^2)-3p'(p^{V2}-p'^2)-3q'(q^{V}p^{V}-q'p')]$$
$$=0'',000023\,(\bar{5},3647061),$$

$$(m',m^{V})_1(p^{V}-p')[l^{V2}+h^{V2}+l'^2+h'^2]=0'',000000\,(\bar{8},9687990),$$

$$(m',m^{V})_4(p^{V}-q')[l^{V2}+h^{V2}+l'^2+h'^2]=-0'',000016\,(\bar{5},2125424),$$

$$(m',m^{V})_2[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p')-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q')]=-0'',000003\,(\bar{6},4458392),$$

$$\overline{(m_,'m^V)}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^V-p')-2l^Vh^V(q^V-q')]=0{,}''000003\,(\bar{6},4313953),$$

$$(m_,'m^V)_{13}\,[(l'^2-h'^2)(p^V-p')-2l'h'(q^V-q')]=0{,}''000000\,(\bar{7},2871506),$$

$$(m_,'m^V)_{14}\,[(l'^2-h'^2)(p^V-p')-2l'h'(q^V-q')]=-0{,}''000000\,(\bar{7},6565356),$$

$$2(m_,'m^V)_{15}\,[(l'l^V+h'h^V)(p^V-p')+(h^Vl'-l^Vh')q^V]=0{,}''000004\,(\bar{6},6181215),$$

$$2(m_,'m^V)_{16}\,[(l'l^V+h'h^V)(q^V-q')+(h^Vl'-l^Vh')q^V]=-0{,}''000004\,(\bar{6},6259275),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,'m^V)_4\,[(p^V-p')^3+(p^V-p')(q^V-q')^2+q^V(p^Vq'-p'q^V)]=-0{,}''000005\,(\bar{6},6766377),$$

$$(m_,'m^V)_1\,[(p^V-p')^3+(p^V-p')(q^V-q')^2+q^V(p^Vq'-p'q^V)]=0{,}''000000\,(\bar{8},9100196),$$

$$\overline{(m_,'m^V)}_1\,[(p^V-p')^3+(p^V-p')(q^V-q')^2-2q^V(p^Vq'-p'q^V)]=-0{,}''000014\,(\bar{5},1539240),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,'m^V)_4[(p^V-p')^3+(p^V-p')(q^V-q')^2-2q^V(p^Vq'-p'q^V)]=0{,}''000001\,(\bar{6},1648930)$$

$$(m_,'m^V)_{10}\,[2l'l^V(p^V-p')+(h^Vl'+l^Vh')q'-2l'h^Vq^V]=0{,}''000000\,(\bar{7},8164731),$$

$$(m_,'m^V)_{11}\,[2l'l^V(p^V-p')+(h^Vl'+l^Vh')q'-2l'h^Vq^V]=0{,}''000000\,(\bar{7},8333282),$$

$$(m_,'m^V)_{12}\,[2l'l^V(p^V-p')+(h^Vl'+l^Vh')q'-2l'h^Vq^V]=-0{,}''000000\,(\bar{9},6395049),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'m^V)(p^V-p')\,[l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2]=-0{,}''000018\,(\bar{5},2463922).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0{,}''000003$.

Венера и Уранъ.

$$-(m_,'m^{VI})(p^{VI}-p')=0{,}''000210\,(\bar{4},3219737),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'m^{VI})[2(p^{VI}-p')(p^{VI}p'+q^{VI}q')-p^{VI}((q^{VI}-q')^2+(p^{VI}-p')^2)-3p'(p^{VI2}-p'^2)-3q'(q^{VI}p^{VI}-q'p')]$$
$$=0{,}''000001\,(\bar{6},0501572),$$

$$(m_,'m^{VI})_1\,(p^{VI}-p')\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2]=0{,}''000000\,(\overline{10},9984302),$$

$$(m_,'m^{VI})_4\,(p^{VI}-p')\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l'^2+h'^2]=-0{,}''000000\,(\bar{7},8464150),$$

$$(m_,'m^{VI})_2\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p')-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q')]=0{,}''000000\,(\bar{8},9587148),$$

$$\overline{(m_,'m^{VI})}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p')-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q')]=-0{,}''000000\,(\bar{8},9552085),$$

$$(m_,'m^{VI})_{13}\,[(l'^2-h'^2)(p^{VI}-p')-2l'h'(q^{VI}-q)']=0{,}''000000\,(\overline{10},4549938),$$

$$(m_,'m^{VI})_{14}\,[(l'^2-h'^2)(p^{VI}-p')-2l'h'(q^{VI}-q')]=-0{,}''000000\,(\overline{10},8233105),$$

$$2(m_,'m^{VI})_{15}\,[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(p^{VI}-p')+(h^{VI}l'-l^{VI}h')q^{VI}]=0{,}''000001\,(\bar{6},1098371),$$

$$2(m_,'m^{VI})_{16}\,[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(p^{VI}-p')+(h^{VI}l'-l^{VI}h')q^{VI}]=-0{,}''000001\,(\bar{6},1117412),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,'m^{VI})_4\,[(p^{VI}-p')^3+(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')^2+q^{VI}(p^{VI}q'-p'q^{VI})]=-0{,}''000000\,(\bar{7},3442751),$$

$$(m_,'m^{VI})_1\,[(p^{VI}-p')^3+(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')^2+q^{VI}(p^{VI}q'-p'q^{VI})]=0{,}''000000\,(\overline{10},9734016),$$

*

$$\overline{(m',m^{VI})}_1 [(p^{VI}-p')^3+(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')^2-2q^{VI}(p^{VI}q'-p'q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{7},0220930),$$

$$\tfrac{1}{6}(m',m^{VI})_4 [(p^{VI}-p')^3+(p^{VI}-p')(q^{VI}-q')^2-2q^{VI}(p^{VI}q'-p'q^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{7},0417814)],$$

$$(m',m^{VI})_{10} [2l'l^{VI}(p^{VI}-p')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})q'-2l'h^{VI}q^{VI}] = 0'',000032\,(\bar{5},5093092),$$

$$(m',m^{VI})_{11} [2l'l^{VI}(p^{VI}-p')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})q'-2l'h^{VI}q^{VI}] = 0'',000033\,(\bar{5},5134771),$$

$$(m',m^{VI})_{12} [2l'l^{VI}(p^{VI}-p')+(h^{VI}l'+h'l^{VI})q'-2l'h^{VI}q^{VI}] = -0'',000000\,(\bar{8},7163368),$$

$$\tfrac{1}{2}(m',m^{VI})(p^{VI}-p')(l'^2+h'^2+3p'^2+3q'^2) = -0'',000001\,(\bar{6},0449869),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000001$.

Земля и Меркурій.

$$-(m'',m)(p-p'') = -0'',005816\,(\bar{3},7646420),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)[2(p-p'')(qq''+pp'')-p((q-q'')^2+(p-p'')^2)-3p''(p^2-p''^2)-3q''(qp-q''p'')]$$
$$= -0'',000044\,(\bar{5},6411026),$$

$$(m'',m)_1 (p-p'')[l^2+h^2+l''^2+h''^2) = -0'',000077\,(\bar{5},8863825),$$

$$(m'',m)_4 (p-p'')[l^2+h^2+l''^2+h''^2] = 0'',000625\,(\bar{4},7958782),$$

$$(m'',m)_2 [(l^2-h^2)(p-p'')-2lh(q-q'')] = 0,000106\,(\bar{4},0249285),$$

$$\overline{(m'',m)}\,[(l^2-h^2)(p-p'')-2lh(q-q'')] = 0'',000006\,(\bar{6},7762842),$$

$$(m'',m)_{13} [(l''^2-h''^2)(p-p'')-2l''h''(q-q'')] = 0'',000001\,(\bar{6},0116528),$$

$$(m'',m)_{14} [(l''^2-h''^2)(p-p'')-2l''h''(q-q'')] = -0'',000002\,(\bar{6},4135766),$$

$$2(m'',m)_{15} [(ll''+hh'')(p-p'')+(hl''-h''l)q] = -0'',000025\,(\bar{5},3955655),$$

$$2(m'',m)_{16} [ll''+hh'')(p-p'')+(hl''-h''l)q] = 0'',000044\,(\bar{5},6428647),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m)_4 [(p-p'')^3+(p-p'')(q-q'')^2+q(pq''-p''q)] = 0'',000074\,(\bar{5},8682459),$$

$$(m'',m)_1 [(p-p'')^3+(p-p'')(q-q'')^2+q(pq''-p''q)] = -0'',000027\,(\bar{5},4358715),$$

$$\overline{(m'',m)}_1 [(p-p'')^3+(p-p'')(q-q'')^2-2q(pq''-p''q)] = -0'',000017\,(\bar{5},2401688),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m)_4 [(p-p'')^3+(p-p'')(q-q'')^2-2q(pq''-p''q)] = 0'',000037\,(\bar{5},5672159),$$

$$(m'',m)_{10} [2ll''(p-p'')+(hl''+h''l)q''-2l''hq] = 0'',000009\,(\bar{6},9531502),$$

$$(m'',m)_{11} [2ll''(p-p'')+(hl''+h''l)q''-2l''hq] = 0'',000025\,(\bar{5},3964999),$$

$$(m'',m)_{12} [2ll''(p-p'')+(hl''+h''l)q''-2l''hq] = -0'',000003\,(\bar{6},5142194),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m)(p-p'')[l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2] = 0'',000000\,(\bar{7},8538611).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000472$.

Земля и Венера.

$$-(m'',m')(p'-p'') = -0'',295955\,(\bar{1},4712256),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m')\,[2(p'-p'')\,(q'q''+p'p'')-p'((q'-q'')^2+(p'-p'')^2)-3p''(p'^2-p''^2)-3q''(q'p'-q''p'')]$$
$$= -0'',000520\,(\bar{4},7156757),$$

$$(m'',m')_1(p'-p'')\,[l'^2+h'^2+l''^2+h''^2] = -0'',000336\,(\bar{4},5267311),$$

$$(m'',m')_4(p'-p'')\,[l'^2+h'^2+l''^2+h''^2] = 0'',001196\,(\bar{3},0779131),$$

$$(m'',m')_2\,[(l'^2-h'^2)(p'-p'')-2l'h'(q'-q'')] = -0'',000000\,(\bar{7},9823341),$$

$$\overline{(m'',m')}\,[(l'^2-h'^2)(p'-p'')-2l'h'(q'-q'')] = -0'',000002\,(\bar{6},3814303),$$

$$(m'',m')_{13}\,[(l''^2-h''^2)(p'-p'')-2l''h''(q'-q'')] = 0'',000216\,(\bar{4},3353447),$$

$$(m'',m')_{14}\,[(l''^2-h''^2)(p'-p'')-2l''h''(q'-q'')] = -0'',000649\,(\bar{4},8122075),$$

$$2\,(m'',m')_{15}\,[(l'l''+h'h'')(p'-p'')+q'(h'l''-h''l')] = -0'',000052\,(\bar{5},7171610),$$

$$2\,(m',m'')_{16}\,[(l'l''+h'h'')(p''-p')+q''(h''l'-h'l'')] = 0'',000455\,(\bar{4},6583482),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m')_4\,[(p'-p'')^3+(p'-p'')(q'-q'')^2+q'(p'q''-p''q')] = 0'',004254\,(\bar{3},6288782),$$

$$(m'',m')_1\,[(p'-p'')^3+(p'-p'')(q'-q'')^2+q'(p'q''-p''q')] = -0'',003588\,(\bar{3},5548175),$$

$$\overline{(m'',m')}_1\,[(p'-p'')^3+(p'-p'')(q'-q'')^2-2q'(p'q''-p''q')] = 0'',000327\,(\bar{4},5141760),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m')_4\,[(p'-p'')^3+(p'-p'')(q'-q'')^2-2q'(p'q''-p''q')] = 0'',002127\,(\bar{3},3278482),$$

$$(m'',m')_{10}\,[2l'l''(p'-p'')+(h'l''+h''l')q''-2l''h'q'] = 0'',000002\,(\bar{6},3269157),$$

$$(m'',m')_{11}\,[2l'l''(p'-p'')+(h'l''+h''l')q''-2l''h'q'] = 0'',000120\,(\bar{4},0808230),$$

$$(m'',m')_{12}\,[2l'l''(p'-p'')+(h'l''+h''l')q''-2l''h'q'] = -0'',000034\,(\bar{5},5343943),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m')(p'-p'')\,[l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2] = 0'',000042\,(\bar{5},6205047).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',009704$.

Земля и Марсъ.

$$-(m'',m''')(p'''-p'') = -0'',007164\,(\bar{3},8551399),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m''')\,[2(p'''-p'')(q'''q''+p'''p'')-p'''((q'''-q'')^2+(p'''-p'')^2)-3p''(p'''^2-p''^2)-3q''(q'''p'''-q''p'')]$$
$$= -0'',000004\,(\bar{6},5733135),$$

$$(m'',m''')_1(p'''-p'')\,[l'''^2+h'''^2+l''^2+h''^2] = -0'',000128\,(\bar{4},1076428),$$

$$(m'',m''')_4(p'''-p'')\,[l'''^2+h'''^2+l''^2+h''^2] = 0'',000501\,(\bar{4},7002839),$$

$$(m'',m''')_2\,[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p'')-2l'''h'''(q'''-q'')] = -0'',000071\,(\bar{5},8501853),$$

$$\overline{(m''_{,}m''')}\,[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p'')-2l'''h'''(q'''-q'')]=0'',000149\,(\bar{4},1742916),$$

$$(m''_{,}m''')_{13}\,[(l''^2-h''^2)(p'''-p'')-2l''h''(q'''-q'')]=0'',000003\,(\bar{6},4522059),$$

$$(m''_{,}m''')_{14}\,[(l''^2-h''^2)(p'''-p'')-2l''h''(q'''-q'')]=-0'',000008\,(\bar{6},9009218),$$

$$2\,(m''_{,}m''')_{15}\,[(l''l'''+h''h''')(p'''-p'')+(h'''l''-h''l''')q''']=-0'',000000\,(\bar{9},9450748),$$

$$2\,(m''_{,}m''')_{16}\,[(l''l'''+h''h''')(p'''-p'')+(h'''l''-h''l''')q''']=0'',000011\,(\bar{5},0610432),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''_{,}m''')_4[(p'''-p'')^3+(p'''-p'')(q'''-q'')^2+q'''(p'''q''-p''q''')]=0'',000019\,(\bar{5},2895253),$$

$$(m''_{,}m''')_1[(p'''-p'')^3+(p'''-p'')(q'''-q'')^2+q'''(p''q''-p''q''')]=-0'',000015\,(\bar{5},1740055),$$

$$\overline{(m''_{,}m''')_1}\,[(p'''-p'')^3+(p'''-p'')(q'''-q'')^2-2q'''(p'''q''-p''q''')]=0'',000000\,(\bar{7},7896660),$$

$$\tfrac{1}{6}(m''_{,}m''')_4[(p'''-p'')^3+(p'''-p'')(q'''-q'')^2-2p'''(p'''q''+q'''p'')]=0'',000009\,(\bar{6},9884953),$$

$$(m''_{,}m''')_{10}\,[2l''l'''(p'''-p'')+(h'''l''+h''l''')q''-2l''h'''q''']=-0'',000018\,(\bar{5},2502773),$$

$$(m''_{,}m''')_{11}\,[2l''l'''(p'''-p'')+(h'''l''+h''l''')q''-2l''h'''q''']=-0'',000042\,(\bar{5},6292665),$$

$$(m''_{,}m''')_{12}\,[2l''l'''(p'''-p'')+(h'''l''+h''l''')q''-2l''h'''q''']=0'',000011\,(\bar{5},0443329),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''_{,}m''')(p'''-p'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2)=0'',000001\,(\bar{6},0043590).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000524$.

Земля и Юпитеръ.

$$-(m''_{,}m^{IV})(p^{IV}-p'')=-0'',160094\,(\bar{1},2043767),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''_{,}m^{IV})[2(p^{IV}-p'')(q^{IV}q''+p^{IV}p'')-p^{IV}((q^{IV}-q'')^2+(p^{IV}-p'')^2)-3p''(p^{IV2}-p''^2)-3q''(q^{IV}p^{IV}-q''p'')$$
$$=-0'',000042\,(\bar{5},6246626),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_1(p^{IV}-p'')[l^{IV2}+h^{IV2}+l''^2+h''^2]=-0'',000025\,(\bar{5},3958399),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_4[l^{IV2}+h^{IV2}+l''^2+h''^2](p^{IV}-p'')=0'',000708\,(\bar{4},8500901),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p'')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q'')=-0'',000095\,(\bar{5},9778034),$$

$$\overline{(m''_{,}m^{IV})}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p'')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q'')]=0'',000074\,(\bar{5},8683844),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_{13}[(l''^2-h''^2)(p^{IV}-p'')-2l''h''(q^{IV}-q'')]=0'',000036\,(\bar{5},5544672),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_{14}[(l''^2-h''^2)(p^{IV}-p'')-2h''l''(q^{IV}-q'')]=-0'',000085\,(\bar{5},9313487),$$

$$2\,(m''_{,}m^{IV})_{15}[(l^{IV}l''+h^{IV}h'')(p^{IV}-p'')+(h^{IV}l''-h''l^{IV})q^{IV}]=-0'',000120\,(\bar{4},0777998),$$

$$2\,(m''_{,}m^{IV})_{16}[(l^{IV}l''+h^{IV}h'')(p^{IV}-p'')+(h^{IV}l''-h''l^{IV})q^{IV}]=0'',000135\,(\bar{4},1302589),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''_{,}m^{IV})_4[(p^{IV}-p'')^3+(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')^2+q^{IV}(p^{IV}q''-p''q^{IV})]=0'',000048\,(\bar{5},6791343),$$

$$(m''_{,}m^{IV})_1[(p^{IV}-p'')^3+(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')^2+q^{IV}(p^{IV}q''-p''q^{IV})]=-0'',000005\,(\bar{6},7020054),$$

$$\overline{(m'',m^{IV})}_1\,[(p^{IV}-p'')^3+(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')^2-2q^{IV}(p^{IV}q''-p''q^{IV})]=-0'',000020\,(\bar{5},3059802),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^{IV})_4\,[(p^{IV}-p'')^3+(p^{IV}-p'')(q^{IV}-q'')^2-2q^{IV}(p^{IV}q''-p''q^{IV})]=0'',000024\,(\bar{5},3781040),$$

$$(m'',m^{IV})_{10}\,[2l''l^{IV}(p^{IV}-p'')+(h^{IV}l''+h''l^{IV})q''-2l''h^{IV}q^{IV}]=-0'',000139\,(\bar{4},1446555),$$

$$(m'',m^{IV})_{11}\,[2l''l^{IV}(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l''+h''l^{IV})q''-2l''h^{IV}q^{IV}]=-0'',000179\,(\bar{4},2529550),$$

$$(m'',m^{IV})_{12}\,(p^{IV}-p'')\,[2l''l^{IV}+(h^{IV}l''+h''l^{IV})q^{VI}-2l''h^{IV}q^{IV}]=0'',000007\,(\bar{6},8424605),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{IV})(p^{IV}-p'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2)=0'',000022\,(\bar{5},3535958).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000628$.

Земля и Сатурнъ.

$$-(m'',m^{V})(p^{V}-p'')=-0'',013149\,(\bar{2},1189071),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{V})[2(p^{V}-p'')(q^{V}q''+p^{V}p'')-p^{V}((q^{V}-q'')^2+(p^{V}-p'')^2)-3p''(p^{V2}-p''^2)-3q''(q^{V}p^{V}-q''p'')]$$
$$=-0'',000012\,(\bar{5},0956925),$$

$$(m'',m^{V})_1\,(p^{V}-p'')(l^{V2}+h^{V2}+l''^2+h''^2)=-0'',000008\,(\bar{6},8815067),$$

$$(m'',m^{V})_4\,(p^{V}-p'')(l^{V2}+h^{V2}+h''^2+l''^2)=0'',000070\,(\bar{5},8470360),$$

$$(m'',m^{V})_2\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p'')-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q'')=0'',000010\,(\bar{5},0150230),$$

$$\overline{(m'',m^{V})}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p'')-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q'')]=-0'',000009\,(\bar{6},9866881),$$

$$(m'',m^{V})_{13}\,[(l''^2-h''^2)(p^{V}-p'')-2l''h''(q^{V}-q'')]=0'',000003\,(\bar{6},4841908),$$

$$(m'',m^{V})_{14}\,[(l''^2-h''^2)(p^{V}-p'')-2l''h''(q^{V}-q'')]=-0'',000007\,(\bar{6},8548516),$$

$$2(m'',m^{V})_{15}\,[(l^{V}l''+h''h^{V})(p^{V}-p'')+(h^{V}l''-h''l^{V})q^{V}]=-0'',000124\,(\bar{4},0953529),$$

$$2(m'',m^{V})_{16}\,[(l^{V}l''+h^{V}h'')(p^{V}-p'')+(h^{V}l''-h''l^{V})q^{V}]=0'',000129\,(\bar{4},1104690),$$

$$\tfrac{1}{3}(m'',m^{V})_4\,[(p^{V}-p'')^3+(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')^2+q^{V}(p^{V}q''-p''q^{V})]=0'',000013\,(\bar{5},1118286),$$

$$(m'',m^{V})_1\,[(q^{V}-q'')^3+(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')^2+q^{V}(p^{V}q''-p''q^{V})]=-0'',000004\,(\bar{6},6234206),$$

$$\overline{(m'',m^{V})}_1\,[(p^{V}-p'')^3+(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')^2-2q^{V}(p^{V}q''-p''q^{V})]=-0'',000006\,(\bar{6},7897563),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^{V})_4\,[(p^{V}-p'')^3+(p^{V}-p'')(q^{V}-q'')^2-2p^{V}(p^{V}q''-p''q^{V})]=0'',000006\,(\bar{6},8107986),$$

$$(m'',m\ )_{10}\,[2l''l^{V}(p^{V}-p'')+(h^{V}l''+h''l^{V})q''-2l''h^{V}q^{V}]=-0'',000011\,(\bar{5},0280064),$$

$$(m',m^{V})_{11}\,[2l''l^{V}(p^{V}-p'')+(h^{V}l''+h''l^{V})q''-2l''h^{V}q^{V}]=-0'',000011\,(\bar{5},0602186),$$

$$(m'',m^{V})_{12}\,[2l''l^{V}(p^{V}-p'')+(h^{V}l''+h''l^{V})q''-2l''h^{V}q^{V}]=0'',000000\,(\bar{7},0985132),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{V})(p^{V}-p'')(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2]=0'',000002\,(\bar{6},2681262).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000055$.

Земля и Уранъ.

$$-(m'',m^{VI})(p^{VI}-p'')=-0'',000095\,(\bar{5},9993187),$$

$$\tfrac{1}{2}(m'',m^{VI})\,[2(p^{VI}-p'')(q^{VI}q''+p^{VI}p'')-p^{VI}((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)-3p''(p^{VI2}-p''^2)-3q''(q^{VI}p^{VI}-q''p'')]$$
$$=-0'',000000\,(\bar{9},9600748),$$

$$(m'',m^{VI})_1\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l''^2+h''^2]\,(p^{VI}-p'')=-0'',000000\,(\bar{9},0019151),$$

$$(m'',m^{VI})_4\,(p^{VI}-p'')\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l''^2+h''^2]=0'',000000\,(\bar{7},5693564),$$

$$(m'',m^{VI})_2\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p'')-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q'')]=-0'',000000\,(\bar{8},7505760),$$

$$(\overline{m'',m^{VI}})\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p-p'')-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q'')]=0'',000000\,(\bar{8},7438538),$$

$$(m'',m^{VI})_{13}\,[(l''^2-h''^2)(p^{VI}-p'')-2l''h''(q^{VI}-q'')]=0'',000000\,(\bar{8},2548439),$$

$$(m'',m^{VI})_{14}\,[(l''^2-h''^2)(p^{VI}-p'')-2l''h''(q^{VI}-q'')]=-0'',000000\,(\bar{8},6234871),$$

$$2\,(m'',m^{VI})_{15}\,[(l''l^{VI}+h''h^{VI})(p^{VI}-p'')+(h^{VI}l''-h''l^{VI})\,q^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{7},9945261),$$

$$2\,(m'',m^{VI})_{16}\,[(l''l^{VI}+h''h)(p^{VI}-p'')+(h^{VI}l''-h''l^{VI})q^{VI}]=0'',000000\,(\bar{7},9982252),$$

$$\tfrac{1}{3}\,(m'',m^{VI})_4\,[(p^{VI}-p'')^3+(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')^2+q^{VI}(p^{VI}q''-p''q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},9640587),$$

$$(m'',m^{VI})_1\,[(p^{VI}-p'')^3+(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')^2+q^{VI}(p^{VI}q''-p''q^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{11},8737382),$$

$$(\overline{m'',m^{VI}})_1\,[(p^{VI}-p'')^3+(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')^2-2q^{VI}(p^{VI}q''-p''q^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},6579567),$$

$$\tfrac{1}{6}(m'',m^{VI})_4\,[(p^{VI}-p'')^3+(p^{VI}-p'')(q^{VI}-q'')^2-2q^{VI}(p^{VI}q''-p''q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},6630281),$$

$$(m'',m^{VI})_{10}\,[2l''l^{VI}(p^{VI}-p'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})\,q''-2l''h^{VI}q^{VI}]=0'',000000\,(\bar{7},5340361),$$

$$(m'',m^{VI})_{11}\,[2l''l^{VI}(p^{VI}-p'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})q''-2l''h^{VI}q^{VI}]=0'',000000\,(\bar{7},5420017),$$

$$(m'',m^{VI})_{12}\,[2l''l^{VI}(p^{VI}-p'')+(h^{VI}l''+h''l^{VI})\,q''-2l''h^{VI}q^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{9},0251248),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m'',m^{VI})\,(p^{VI}-p'')\,(l''^2+h''^2+3p''^2+3q''^2)=0'',000000\,(\bar{8},1485378).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Марсъ и Меркурій.

$$-(m''',m)\,(p-p''')=-0'',000810\,(\bar{4},9083224),$$

$$\tfrac{1}{2}(m''',m)\,[2(p-p''')\,(qq'''+pp''')-p((q-q''')^2+(p-p''')^2)-3p'''(p^2-p'''^2)-3q'''(qp-q'''p''')]$$
$$=-0'',000007\,(\bar{6},8745219)$$

$$(m''',m)_1\,(p-p''')\,[l^2+h^2+l'''^2+h'''^2]=-0'',000004\,(\bar{6},6015435),$$

$$(m''',m)_4\,(p-p''')\,[l^2+h^2+l'''^2+h'''^2]=0'',000077\,(\bar{5},8873356),$$

$$(m''',m)_2\,[(l^2-h^2)\,(p-p''')-2lh\,(q-q''')]=0'',000013\,(\bar{5},1038665),$$

$$\overline{(m_{,}'''m)}[(l^2-h^2)(p-p''')-2lh(q-q''')]=-0'',000007\,(\bar{6},8765442),$$

$$(m_{,}'''m)_{13}[(l'''^2-h'''^2)(p-p''')-2l'''h'''(q-q''')]=-0'',000008\,(\bar{6},9115777),$$

$$(m_{,}'''m)_{14}[(l'''^2-h'''^2)(p-p''')-2l'''h'''(q-q''')]=0'',000020\,(\bar{5},2961194),$$

$$2\,(m_{,}'''m)_{15}[(ll'''+hh''')(p-p''')+(hl'''-h'''l)q]=-0'',000067\,(\bar{5},8270265),$$

$$2\,(m_{,}'''m)_{16}[ll'''+hh''')(p-p''')+(hl'''-h'''l)q]=0'',000083\,(\bar{5},9219133),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}'''m)_4[(p-p''')^3+(p-p''')(q-q''')^2+q(pq'''-p'''q)]=0'',000004\,(\bar{6},6062661),$$

$$(m_{,}'''m)_1[(p-p''')^3+(p-p''')(q-q''')^2+q(pq'''-p'''q)]=-0'',000000\,(\bar{7},7975953),$$

$$\overline{(m_{,}'''m)_1}[(p-p''')^3+(p-p''')(q-q''')^2-2q(pq'''-p'''q)]=-0'',000002\,(\bar{6},2058690),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}'''m)_4[(p-p''')^3+(p-p''')(q-q''')^2-2q(pq'''-p'''q)]=0'',000002\,(\bar{6},3347853),$$

$$(m_{,}'''m)_{10}[2ll'''(p-p''')+(hl'''+h'''l)q'''-2l'''hq]=-0'',000055\,(\bar{5},7440753),$$

$$(m_{,}'''m)_{11}[2ll'''(p-p''')+(hl'''+h'''l)q'''-2l'''hq]=-0'',000086\,(\bar{5},9334798),$$

$$(m_{,}'''m)_{12}[2ll'''(p-p''')+(hl'''+h'''l)q'''-2l'''hq]=0'',000005\,(\bar{6},7445988),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m)(p-p''')[l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2]=0'',000005\,(\bar{6},6800532).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000121$.

Марсъ и Венера.

$$-(m_{,}'''m')(p'-p''')=-0'',015559\,(\bar{2},1919925),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}'''m')[2(p'-p''')(q'q'''+p'p''')-p'((q'-q''')^2+(p'-p''')^2)-3p'''(p'^2-p'''^2)-3q'''(q'p'-q'''p''')]$$
$$=-0'',000040\,(\bar{5},5991308),$$

$$(m_{,}'''m')_1(p'-p''')[l'^2+h'^2+l'''^2+h'''^2]=-0'',000076\,(\bar{5},8841006),$$

$$(m_{,}'''m')_4(p'-p''')[l'^2+h'^2+l'''^2+h'''^2]=0'',000453\,(\bar{4},6564259),$$

$$(m_{,}'''m')_2[(l'^2-h'^2)(p'-p''')-2l'h'(q'-q''')]=0'',000000\,(\bar{7},0503596),$$

$$\overline{(m_{,}'''m')}[(l'^2-h'^2)(p'-p''')-2l'h'(q'-q''')]=0'',000000\,(\bar{8},8818016),$$

$$(m_{,}'''m')_{13}[(l'''^2-h'''^2)(p'-p''')-2l'''h'''(q'-q''')]=-0'',000066\,(\bar{5},8226331),$$

$$(m_{,}'''m')_{14}[(l'''^2-h'''^2)(p'-p''')-2l'''h'''(q'-q''')]=0'',000365\,(\bar{4},5629391),$$

$$2\,(m_{,}'''m')_{15}[(l'l'''+h'h''')(p'-p''')+q'(h'l'''-h'''l')]=0'',000013\,(\bar{5},1285001),$$

$$2\,(m_{,}'''m')_{16}[(l'l'''+h'h''')(p'-p''')+q'(h'l'''-h'''l')]=-0'',000035\,(\bar{5},5485609),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}'''m')_4[(p'-p''')^3+(p'-p''')(q'-q''')^2+q'(p'q'''-p'''q')]=0'',000027\,(\bar{5},4260550),$$

$$(m_{,}'''m')_1[(p'-p''')^3+(p'-p''')(q'-q''')^2+q'(p'q'''-p'''q')]=-0'',000013\,(\bar{5},1308510),$$

$$\overline{(m''',m')}_1\,[(p'-p''')^3+(p'-p''')(q'-q''')^2-2q'(p'q'''-p'''q')] = -0'',000000\,(\bar{7},9051749),$$

$$\tfrac{1}{6}\,(m''',m')_4\,[(p'-p''')^3+(p'-p''')(q'-q''')^2-2q'(p'q'''-p'''q')] = 0'',000003\,(\bar{6},4566968),$$

$$(m''',m')_{10}\,[2l'l'''(p'-p''')+(h'l'''+h'''l')q'''-2l'''h'q'] = -0'',000009\,(\bar{6},9830660),$$

$$(m''',m')_{11}\,[2l'l'''(p'-p'')+(h'l'''+h'''l')q'''-2l'''h'q'] = -0'',000045\,(\bar{5},6587776),$$

$$(m''',m')_{12}\,[2l'l'''(p'-p''')+(h'l'''+h'''l')q'''-2l'''h'q'] = 0'',000008\,(\bar{6},9061579),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m''',m')(p'-p''')[l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2] = 0'',000092\,(\bar{5},9637233).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000931$.

Марсъ и Земля.

$$-(m''',m'')(p''-p''') = 0'',043295\,(\bar{2},6364419),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m''',m'')[2(p''-p''')(q''q'''+p''p''')-p''((q''-q''')^2+(p''-p''')^2)-3p'''(p''^2-p'''^2)-3q'''(q''p''-q'''p''')]$$
$$= 0'',000068\,(\bar{5},8317438),$$

$$(m''',m'')_1\,(p''-p''')[l''^2+h''^2+l'''^2+h'''^2] = 0'',000774\,(\bar{4},8889593),$$

$$(m''',m'')_4\,(p''-p''')[l''^2+h''^2+l'''^2+h'''^2] = -0'',003031\,(\bar{3},4816004),$$

$$(m''',m'')_2\,[(l''^2-h''^2)(p''-p''')-2l''h''(q''-q''')] = -0'',000007\,(\bar{6},8390321),$$

$$\overline{(m''',m'')}\,[(l''^2-h''^2)(p''-p''')-2l''h''(q''-q''')] = -0'',000014\,(\bar{5},1631384),$$

$$(m''',m''')_{13}\,[(l'''^2-h'''^2)(p''-p''')-2l'''h'''(q''-q''')] = 0'',000637\,(\bar{4},8043015),$$

$$(m''',m'')_{14}\,[(l'''^2-h'''^2)(p''-p''')-2l'''h'''(q''-q''')] = -0'',001790\,(\bar{3},2530179),$$

$$2\,(m''',m'')_{15}\,[(l''l'''+h''h''')(p''-p''')+(h''l'''-h'''l'')q''] = -0'',000000\,(\bar{7},4478755),$$

$$2\,(m''',m'')_{16}\,[(l''l'''+h''h''')(p''-p''')+(h''l'''-h'''l'')q''] = 0'',000366\,(\bar{4},5638439),$$

$$\tfrac{1}{3}(m''',m'')_4[(p''-p''')^3+(p''-p''')(q''-q''')^2+q''(p''q'''-p'''q'')] = -0'',000176\,(\bar{4},2469186),$$

$$(m''',m'')_1[(p''-p''')^3+(p''-p''')(q''-q''')^2+q''(p''q'''-p'''q'')] = 0'',000090\,(\bar{5},9553075),$$

$$\overline{(m''',m'')}_1\,[(p''-p''')^3+(p''-p''')(q''-q''')^2-2q''(p''q'''-p'''q'')] = -0'',000004\,(\bar{6},5709683),$$

$$\tfrac{1}{6}\,(m''',m'')_4[(p''-p''')^3+(p''-p''')(q''-q''')^2-2p''(p''q'''+q''p''')] = -0'',000059\,(\bar{5},7697973),$$

$$(m''',m'')_{10}\,[2l''l'''(p''-p''')+(h''l'''+h'''l'')q'''-2l'''h''q''] = 0'',000027\,(\bar{5},4342206),$$

$$(m''',m'')_{11}\,[2l''l'''(p''-p''')+(h''l'''+h'''l'')q'''-2l'''h''q''] = 0'',000650\,(\bar{4},8132096),$$

$$(m''',m'')_{12}\,[2l''l'''(p''-p''')+(h''l'''+h'''l'')q'''-2l'''h''q''] = -0'',000169\,(\bar{4},2282760),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m''',m'')(p''-p''')(l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2) = -0'',000256\,(\bar{4},4081727).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',006852$.

Марсъ и Юпитеръ.

$$-(m_{\prime}'''m^{IV})(p^{IV}-p''')=0'',019427\,(\bar{2},2884219),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{\prime}'''m^{IV})[2(p^{IV}-p''')(q^{IV}q'''+p^{IV}p''')-p^{IV}((q^{IV}-q''')^2+(p^{IV}-p''')^2)-3p'''(p^{IV2}-p'''^2)-3q'''(q^{IV}p^{IV}-q'''p''')$$
$$=0'',000202\,(\bar{4},3065495),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_1(p^{IV}-p''')[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2]=0'',000033\,(\bar{5},5174281),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_4[l^{IV2}+h^{IV2}+l'''^2+h'''^2](p^{IV}-p''')=-0'',000430\,(\bar{4},6338412),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p''')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q''')=-0'',000078\,(\bar{5},8937581),$$

$$\overline{(m_{\prime}'''m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p''')-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q''')]=0'',000034\,(\bar{5},5379991),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_{13}[(l'''^2-h'''^2)(p^{IV}-p''')-2l'''h'''(q^{IV}-q''')]=-0'',003326\,(\bar{3},5219011),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_{14}[(l'''^2-h'''^2)(p^{IV}-p''')-2h'''l'''(q^{IV}-q''')]=0'',005370\,(\bar{3},7300236),$$

$$2(m_{\prime}'''m^{IV})_{15}[(l^{IV}l'''+h^{IV}h''')(p^{IV}-p''')+(h^{IV}l'''-h'''l^{IV})q^{IV}]=0'',000706\,(\bar{4},8487727),$$

$$2(m_{\prime}'''m^{IV})_{16}[(l^{IV}l'''+h^{IV}h''')(p^{IV}-p''')+(h^{IV}l'''-h'''l^{IV})q^{IV}]=-0'',000951\,(\bar{4},9783672),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{\prime}'''m^{IV})_4[(p^{IV}-p''')^3+(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')^2+q^{IV}(p^{IV}q'''-p'''q^{IV})]=-0'',000027\,(\bar{5},4311788),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_1[(p^{IV}-p''')^3+(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')^2+q^{IV}(p^{IV}q'''-p'''q^{IV})]=0'',000006\,(\bar{6},7918870),$$

$$\overline{(m_{\prime}'''m^{IV})}_1[(p^{IV}-p''')^3+(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')^2-2q^{IV}(p^{IV}q'''-p'''q^{IV})]=-0'',000009\,(\bar{6},9961827),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{\prime}'''m^{IV})_4[(p^{IV}-p''')^3+(p^{IV}-p''')(q^{IV}-q''')^2-2q^{IV}(p^{IV}q'''-p'''q^{IV})]=0'',000015\,(\bar{5},1708230),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_{10}[2l'''l^{IV}(p^{IV}-p''')+(h^{IV}l'''+h'''l^{IV})q'''-2l'''h^{IV}q^{IV}]=-0'',000922\,(\bar{4},9648286),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_{11}[2l'''l^{IV}(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l'''+h'''l^{IV})q'''-2l'''h^{IV}q^{IV}]=-0'',001647\,(\bar{3},2168551),$$

$$(m_{\prime}'''m^{IV})_{12}[2l'''l^{IV}(p^{IV}-p''')+(h^{IV}l'''+h'''l^{IV})q'''-2l'''h^{IV}q^{IV}]=0'',000137\,(\bar{4},1360773),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{\prime}'''m^{IV})(p^{IV}-p''')(l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2)=-0'',000115\,(\bar{4},0601527).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',009324$.

Марсъ и Сатурнъ.

$$-(m_{\prime}'''m^{V})(p^{V}-p''')=-0'',010304\,(\bar{2},0130176),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{\prime}'''m^{V})[2(p^{V}-p''')(q^{V}q'''+p^{V}p''')-p^{V}((q^{V}-q''')^2+(p^{V}-p''')^2)-3p'''(p^{V2}-p'''^2)-3q'''(q^{V}p^{V}-q'''p''')]$$
$$=-0'',000015\,(\bar{5},1810358),$$

$$(m_{\prime}'''m^{V})_1(p^{V}-p''')(l^{V2}+h^{V2}+l'''^2+h'''^2)=-0'',000005\,(\bar{6},6917709),$$

$$(m_{\prime}'''m^{V})_4(p^{V}-p''')(l^{V2}+h^{V2}+l'''^2+h'''^2)=0'',000199\,(\bar{4},3000683),$$

$$(m_{\prime}'''m^{V})_2[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p''')-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q''')=0'',000008\,(\bar{6},8902038),$$

*

$$\overline{(m_{,}^{'''}m^{V})}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p^{'''})-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q^{'''})]=-0'',000006\,(\bar{6},8192684),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{13}\,[(l^{'''2}-h^{'''2})(p^{V}-p^{'''})-2l^{'''}h^{'''}(q^{V}-q^{'''})]=0'',000093\,(\bar{5},9704558),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{14}\,[(l^{'''2}-h^{'''2})(p^{V}-p^{'''})-2l^{'''}h^{'''}(q^{V}-q^{'''})]=-0'',000221\,(\bar{4},3446189),$$

$$2\,(m_{,}^{'''}m^{V})_{15}\,[(l^{'''}l^{V}+h^{'''}h^{V})(p^{V}-p^{'''})+(h^{V}l^{'''}-h^{'''}l^{V})\,q^{V}]=0'',000454\,(\bar{4},6568654),$$

$$2\,(m_{,}^{'''}m^{V})_{16}\,[(l^{'''}l^{V}+h^{'''}h^{V})(p^{V}-p^{'''})+(h^{V}l^{'''}-h^{'''}l^{V})\,q^{V}]=-0'',000493\,(\bar{4},6925896),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{'''}m^{V})_{4}\,[(p^{V}-p^{'''})^{3}+(p^{V}-p^{'''})(q^{V}-q^{'''})^{2}+q^{V}(p^{V}q^{'''}-p^{'''}q^{V})]=0'',000002\,(\bar{6},4006417),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{1}\,[(q^{V}-q^{'''})^{3}+(p^{V}-p^{'''})(q^{V}-q^{'''})^{2}+q^{V}(p^{V}q^{'''}-p^{'''}q^{V})]=-0'',000000\,(\bar{7},2694656),$$

$$\overline{(m_{,}^{'''}m^{V})}_{1}\,[(p^{V}-p^{'''})^{3}+(p^{V}-p^{'''})(q^{V}-q^{'''})^{2}-2q^{V}(p^{V}q^{'''}-p^{'''}q^{V})]=-0'',000010\,(\bar{5},0242312),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{'''}m^{V})_{4}\,[(p^{V}-p^{'''})^{3}+(p^{V}-p^{'''})(q^{V}-q^{'''})^{2}-2p^{V}(p^{V}q^{'''}-p^{'''}q^{V})]=0'',000012\,(\bar{5},0736085),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{10}\,[2l^{'''}l^{V}(p^{V}-p^{'''})+(h^{V}l^{'''}+h^{'''}l^{V})\,q^{'''}-2l^{'''}h^{V}q^{V}]=0'',000433\,(\bar{4},6369916),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{11}\,[2l^{'''}l^{V}(p^{V}-p^{'''})+(h^{V}l^{'''}+h^{'''}l^{V})\,q^{'''}-2l^{'''}h^{V}q^{V}]=0'',000515\,(\bar{4},7117774),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{V})_{12}\,[2l^{'''}l^{V}(p^{V}-p^{'''})+(h^{V}l^{'''}+h^{'''}l^{V})\,q^{'''}-2l^{'''}h^{V}q^{V}]=-0'',000014\,(\bar{5},1493954),$$

$$\tfrac{1}{2}\,(m_{,}^{'''}m^{V})\,(p^{V}-p^{'''})\,(l^{'''2}+h^{'''2}+3p^{'''2}+3q^{'''2}]=0'',000061\,(\bar{5},7847484).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000258$.

Марсъ и Уранъ.

$$-(m_{,}^{'''}m^{VI})(p^{VI}-p^{'''})=0'',000162\,(\bar{4},2103626),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{'''}m^{VI})\,[2(p^{VI}-p^{'''})(q^{VI}q^{'''}+p^{VI}p^{'''})-p^{VI}((q^{'''}-q^{VI})^{2}+(p^{'''}-p^{VI})^{2})-3p^{'''}(p^{VI2}-p^{'''2})-3q^{'''}(q^{VI}p^{VI}-q^{'''}p^{'''})]$$
$$=0'',000000\,(\bar{7},4225958),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{1}\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{'''2}+h^{'''2}](p^{VI}-p^{'''})=0'',000000\,(\bar{8},2277942),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{4}\,(p^{VI}-p^{'''})\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{'''2}+h^{'''2}]=-0'',000003\,(\bar{6},4315801),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{2}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p^{'''})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{'''})]=0'',000000\,(\bar{7},1464611),$$

$$\overline{(m_{,}^{'''}m^{VI})}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p-p^{'''})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{'''})]=-0'',000000\,(\bar{7},1305931),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{13}\,[(l^{'''2}-h^{'''2})(p^{VI}-p^{'''})-2l^{'''}h^{'''}(q^{VI}-q^{'''})]=0'',000002\,(\bar{6},3029218),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{14}\,[(l^{'''2}-h^{'''2})(p^{VI}-p^{'''})-2l^{'''}h^{'''}(q^{VI}-q^{'''})]=-0'',000003\,(\bar{6},4724433),$$

$$2\,(m_{,}^{'''}m^{VI})_{15}\,[(l^{'''}l^{VI}+h^{'''}h^{VI})(p^{VI}-p^{'''})+(h^{VI}l^{'''}-h^{'''}l^{VI})\,q^{VI}]=-0'',000008\,(\bar{6},8896652),$$

$$2\,(m_{,}^{'''}m^{VI})_{16}\,[(l^{'''}l^{VI}+h^{'''}h)(p^{VI}-p^{'''})+(h^{VI}l^{'''}-h^{'''}l^{VI})q^{VI}]=0'',000008\,(\bar{6},8982938),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{'''}m^{VI})_{4}\,[(p^{VI}-p^{'''})^{3}+(p^{VI}-p^{'''})(q^{VI}-q^{'''})^{2}+q^{VI}(p^{VI}q^{'''}-p^{'''}q^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{8},4872056),$$

$$(m_{,}^{'''}m^{VI})_{1}\,[(p^{VI}-p^{'''})^{3}+(p^{VI}-p^{'''})(q^{VI}-q^{'''})^{2}+q^{VI}(p^{VI}q^{'''}-p^{'''}q^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},7605410),$$

$$\overline{(m_,'''m^{VI})}_1\,[(p^{VI}-p''')^3+(p^{VI}-p''')(q^{VI}-q''')^2-2q^{VI}(p^{VI}q'''-p'''q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{8},3596586),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,'''m^{VI})_4\,[(p^{VI}-p''')^3+(p^{VI}-p''')(q^{VI}-q''')^2-2q^{VI}(p^{VI}q'''-p'''q^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{8},3716743),$$

$$(m_,'''m^{VI})_{10}\,[2l'''l^{VI}(p^{VI}-p''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})q'''-2l'''h^{VI}q^{VI}]=0'',000021\,(\bar{5},3237048),$$

$$(m_,'''m^{VI})_{11}\,[2l'''l^{VI}(p^{VI}-p''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})q'''-2l'''h^{VI}q^{VI}]=0'',000022\,(\bar{5},3421978),$$

$$(m_,'''m^{VI})_{12}\,[2l'''l^{VI}(p^{VI}-p''')+(h^{VI}l'''+h'''l^{VI})q'''-2l'''h^{VI}q^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{7},1882138),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,'''m^{VI})(p^{VI}-p''')(l'''^2+h'''^2+3p'''^2+3q'''^2)=-0'',000000\,(\bar{7},9820934).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000009$.

Юпитеръ и Меркурій.

$$-(m_,^{IV}m)(p-p^{IV})=-0'',000010\,(\bar{5},0006319),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m)[2(p-p^{IV})(qq^{IV}+pp^{IV})-p((q-q^{IV})^2+(p-p^{IV})^2)-3p^{IV}(p^2-p^{IV2})-3q^{IV}(qp-q^{IV}p^{IV})]$$
$$=-0'',000000\,(\bar{8},9861254)$$

$$(m_,^{IV}m)_1\,(p-p^{IV})[l^2+h^2+l^{IV2}+h^{IV2}]=-0'',000000\,(\bar{9},5740100),$$

$$(m_,^{IV}m)_4\,(p-p^{IV})[l^2+h^2+l^{IV2}+h^{IV2}]=0'',000000\,(\bar{7},8341394),$$

$$(m_,^{IV}m)_2\,[(l^2-h^2)(p-p^{IV})-2lh\,(q-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},2196661),$$

$$\overline{(m_,^{IV}m)}\,[(l^2-h^2)(p-p^{IV})-2lh(q-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},4212516),$$

$$(m_,^{IV}m)_{13}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(p-p^{IV})-2l^{IV}h^{IV}(q-q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{9},8610548),$$

$$(m_,^{IV}m)_{14}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(p-p^{IV})-2l^{IV}h^{IV}(q-q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{8},2303863),$$

$$2\,(m_,^{IV}m)_{15}\,[(ll^{IV}+hh^{IV})(p-p^{IV})+(hl^{IV}-h^{IV}l)\,q]=-0'',000002\,(\bar{6},3326044),$$

$$2\,(m_,^{IV}m)_{16}\,[(ll^{IV}+hh^{IV})(p-p^{IV})+(hl^{IV}-h^{IV}l)\,q]=0'',000002\,(\bar{6},3401681),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{IV}m)_4\,[(p-p^{IV})^3+(p-p^{IV})(q-q^{IV})^2+q(pq^{IV}-p^{IV}q)]=0'',000000\,(\bar{8},6746655),$$

$$(m_,^{IV}m)_1\,[(p-p^{IV})^3+(p-p^{IV})(q-q^{IV})^2+q(pq^{IV}-p^{VI}q)]=-0'',000000\,(\overline{10},8916574),$$

$$\overline{(m_,^{IV}m)}_1\,[(p-p^{IV})^3+(p-p^{IV})(q-q^{IV})^2-2q(pq^{IV}-p^{IV}q)]=-0'',000000\,(\bar{8},6578765)$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{IV}m)_4\,[(p-p^{IV})^3+(p-p^{IV})(q-q^{IV})^2-2q(pq^{IV}-p^{IV}q)]=0'',000000\,(\bar{8},6618843)$$

$$(m_,^{IV}m)_{10}\,[2ll^{IV}(p-p^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)q^{IV}-2l^{IV}hq]=-0'',000002\,(\bar{6},2181843),$$

$$(m_,^{IV}m)_{11}\,[2ll^{IV}(p-p^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)\,q^{IV}-2l^{IV}hq]=-0'',000002\,(\bar{6},2344102),$$

$$(m_,^{IV}m)_{12}\,[2ll^{IV}(p-p^{IV})+(hl^{IV}+h^{IV}l)\,q^{IV}-2l^{IV}hq]=0'',000000\,(\bar{8},0242449),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV}m)(p-p^{IV})[l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}]=0'',000000\,(\bar{8},2708331).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Юпитеръ и Венера.

$$-(m_{,}^{IV}m')(p'-p^{IV}) = -0'',000141\,(\bar{4},1492340),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m')[2(p'-p^{IV})(q'q^{IV}+p'p^{IV})-p'((q'-q^{IV})^2+(p'-p^{IV})^2)-3p^{IV}(p'^2-p^{IV2})-3q^{IV}(q'p'-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{7},5645954),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_1(p'-p^{IV})(l'^2+h'^2+l^{IV2}+h^{IV2}) = -0'',000000\,(\bar{8},0024939),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_4(p'-p^{IV})(l'^2+h'^2+l^{IV2}+h^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{7},7277555),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_2[(l'^2-h'^2)(p'-p^{IV})-2l'h'(q'-q^{IV})] = -0,000000\,(\overline{10},7258253),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m')}[(l'^2-h'^2)(p'-p^{IV})-2l'h'(q'-q^{IV})] = 0'',000000\,(\overline{10},6738206),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p'-p^{IV})-2l^{IV}h^{IV}(q'-q^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},3063088),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p'-p^{VI})-2l^{IV}h^{IV}(q'-q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},6789868),$$

$$2(m_{,}^{IV}m')_{15}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(p'-p^{IV})+(h^{IV}l'-h'l^{IV})q'] = 0'',000000\,(\bar{8},3450152),$$

$$2(m_{,}^{IV}m')_{16}[(l'l^{IV}+h'h^{IV})(p'-p^{IV})+(h'l^{IV}-h^{IV}l')q'] = -0'',000000\,(\bar{8},3718781),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{IV}m')_4[(p'-p^{IV})^3+(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})^2+q'(p'q^{IV}-p^{IV}q')] = 0'',000000\,(\bar{8},9910718),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_1[(p'-p^{IV})^3+(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})^2+q'(p'q^{IV}-p^{IV}q')] = -0'',000000\,(\bar{9},7429315),$$

$$\overline{(m_{,}^{IV}m')}_1[(p'-p^{IV})^3+(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})^2-2q'(p'q^{IV}-p^{IV}q')] = -0'',000000\,(\bar{8},8464936),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{IV}m')_4[(p'-p^{IV})^3+(p'-p^{IV})(q'-q^{IV})^2-2q'(p'q^{IV}-p^{IV}q')] = 0'',000000\,(\bar{8},8837264),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_{10}[2l'l^{IV}(p'-p^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')q^{IV}-2l^{IV}h'q'] = -0'',000000\,(\bar{7},6292057),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_{11}[2l'l^{IV}(p'-p^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')q^{IV}-2l^{IV}h'q'] = -0'',000000\,(\bar{7},6858559),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_{12}[2l'l^{IV}(p'-p^{IV})+(h'l^{IV}+h^{IV}l')q^{IV}-2l^{IV}h'q'] = 0'',000000\,(\bar{8},0077255),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m')(p'-p^{IV})[l^{IV2}+h^{IV}+3q^{IV2}+3p^{IV2}] = -0'',000000\,(\bar{7},4194352),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Юпитеръ и Земля.

$$-(m_{,}^{IV}m'')(p''-p^{IV}) = 0'',000205\,(\bar{4},3119600),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{IV}m'')[2(p''-p^{IV})(q''q^{IV}+p''p^{IV})-p''((q''-q^{IV})^2+(p''-p^{IV})^2)-3p^{IV}(p''^2-p^{IV2})-3q^{IV}(q''p''-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{7},2093558),$$

$$(m_{,}^{IV}m')_1(p'-p^{IV})[l''^2+h''^2+l^{IV2}+h^{IV2}] = -0'',000000\,(\bar{8},5035250),$$

$$(m_{,}^{VI}m'')_4(p''-p^{IV})[l''^2+h''^2+l^{IV2}+h^{IV2}] = 0'',000000\,(\bar{7},9577752),$$

$$(m_{,}^{IV}m'')_2[(l''^2-h''^2)(p''-p^{IV})-2l^{IV}h^{IV}(q''-q^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{8},1756053),$$

$$\overline{(m_,^{IV} m)}\,[(l''^2 - h''^2)(p'' - p^{IV}) - 2l''h''(q'' - q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},0661863),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{13}\,[(l^{IV2} - h^{IV2})(p'' - p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q'' - q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},5718319),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{14}\,[(l^{IV2} - h^{IV2})(p'' - p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q'' - q^{IV})] = -\,0'',000000\,(\bar{7},9487134),$$

$$2(m_,^{IV} m'')_{15}\,[(l''l^{IV} + h''h^{IV})(p'' - p^{IV}) + (h''l^{IV} - l''h^{IV})q''] = 0'',000000\,(\bar{8},3896665),$$

$$2(m_,^{IV} m'')_{16}\,[(l''l^{IV} + h''h^{IV})(p'' - p^{IV}) + (h''l^{IV} - l''h^{IV})q''] = -\,0'',000000\,(\bar{8},4421256),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{IV} m'')_4\,[(p'' - p^{IV})^3 + (p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})^2 + q''(p''q^{IV} - p^{IV}q'')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},7867176),$$

$$(m_,^{IV} m'')_1\,[(p'' - p^{IV})^3 + (p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})^2 + q''(p''q^{IV} - p^{IV}q'')] = 0'',000000\,(\bar{9},8095887),$$

$$\overline{(m_,^{IV} m'')_1}\,[(p'' - p^{IV})^3 + (p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})^2 - 2q''(p''q^{IV} - p^{IV}q'')] = 0'',000000\,(\bar{8},4135635),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{IV} m'')_4\,[(p'' - p^{IV})^3 + (p'' - p^{IV})(q'' - q^{IV})^2 - 2q''(p''q^{IV} - p^{IV}q'')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},4856876),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{10}\,[2l''l^{IV}(p'' - p^{IV}) + (h''l^{IV} + h^{IV}l'')q^{IV} - 2l^{IV}h''q''] = 0'',000000\,(\bar{8},9982418),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{11}\,[2l''l^{IV}(p'' - p^{IV}) + (h''l^{IV} + l''h^{IV})q^{IV} - 2l^{IV}h''q''] = 0'',000000\,(\bar{7},1065413),$$

$$(m_,^{IV} m'')_{12}\,[2l''l^{IV}(p'' - p^{IV}) + (h''l^{IV} + l''h^{IV})q^{IV} - 2l^{IV}h''q''] = -\,0'',000000\,(\bar{9},6960468),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV} m'')(p'' - p^{IV})[l^{IV2} + h^{IV2} + 3p^{IV2} + 3q^{IV2}] = -\,0'',000000\,(\bar{7},5821612).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Юпитеръ и Марсъ.

$$-\,(m_,^{IV} m''')(p''' - p^{IV}) = -\,0'',000004\,(\bar{6},6147032),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{IV} m''')\,[2(p''' - p^{IV})(q'''q^{IV} + p'''p^{IV}) - p'''((q''' - q^{IV})^2 + (p''' - p^{IV})^2) - 3p^{IV}(p'''^2 - p^{IV2}) - 3q^{IV}(q'''p''' - q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -\,0'',000000\,(\bar{8},2700508),$$

$$(m_,^{IV} m''')_1(p''' - p^{IV})[l'''^2 + h'''^2 + l^{IV2} + h^{IV2}] = -\,0'',000000\,(\bar{9},8437450),$$

$$(m_,^{IV} m''')_4(p''' - p^{IV})[l'''^2 + h'''^2 + l^{IV2} + h^{IV2}] = 0'',000000\,(\bar{8},9601581),$$

$$(m_,^{IV} m''')_2\,[(l'''^2 - h'''^2)(p''' - p^{IV}) - 2l'''h'''(q''' - q^{IV}) = -\,0'',000000\,(\bar{7},2060213),$$

$$\overline{(m_,^{IV} m''')}\,[(l'''^2 - h'''^2)(p''' - p^{IV}) - 2l'''h'''(q''' - q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},8502618),$$

$$(m_,^{IV} m''')_{13}\,[(l^{IV2} - h^{IV2})(p''' - p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q''' - q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{8},8953778),$$

$$(m_,^{IV} m''')_{14}\,[(l^{IV2} - h^{IV2})(p''' - p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q''' - q^{IV})] = -\,0'',000000\,(\bar{7},1035003),$$

$$2(m_,^{IV} m''')_{15}\,[(l'''l^{IV} + h'''h^{IV})(p''' - p^{IV}) + (h'''l^{IV} - h^{IV}l''')q'''] = 0'',000000\,(\bar{7},7751073),$$

$$2(m_,^{IV} m''')_{16}\,[(l'''l^{IV} + h'''h^{IV})(p''' - p^{IV}) + (l^{IV}h''' - h^{IV}l''')q'''] = -\,0'',000000\,(\bar{7},9047018),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{IV} m''')_4\,[(p''' - p^{IV})^3 + (p''' - p^{IV})(q''' - q^{IV})^2 + q'''(p'''q^{IV} - p^{IV}q''')] = -\,0'',000000\,(\bar{8},3803332),$$

$$(m_,^{IV} m''')_1\,[(p''' - p^{IV})^3 + (p''' - p^{IV})(q''' - q^{IV})^2 + q'''(p'''q^{IV} - p^{IV}q''')] = 0'',000000\,(\bar{9},7410414),$$

$$\overline{(m^{IV}, m''')}_1 [(p'''-p^{IV})^3+(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})^2-2q'''(p'''q^{IV}-p^{IV}q''')] = -0'',000000\,(\bar{8},2501878),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}, m''')_4 [(q'''-q^{IV})^3+(p'''-p^{IV})(q'''-q^{IV})^2-2q'''(p'''q^{IV}-p^{IV}q''')] = 0'',000000\,(\bar{8},4248281),$$

$$(m^{IV}, m''')_{10} [2l'''l^{IV}(p'''-p^{IV}) + (h'''l^{IV}+h^{IV}l''')q^{IV} - 2l^{IV}h'''q'''] = 0'',000000\,(\bar{7},7885129),$$

$$(m^{IV}, m''')_{11} [2l^{IV}l'''(p'''-p^{IV}) + (h'''l^{IV}+h^{IV}l''')q^{IV} - 2h^{IV}l'''q'''] = 0'',000001\,(\bar{6},0405400),$$

$$(m^{IV}, m''')_{12} [2l'''l^{IV2}(p'''-p^{IV}) + (h'''l^{IV}+h^{IV}l''')q^{IV} - 2l^{IV}h'''q''')] = -0'',000000\,(\bar{8},9597616),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}, m''')(p'''-p^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}) = 0'',000000\,(\bar{9},8849044).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000001\,(\bar{6},0405400)$.

Юпитеръ и Сатурнъ.

$$-(m^{IV}, m^V)(p^V-p^{IV}) = -0'',130498\,(\bar{1},1156062),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}, m^V)[2(p^V-p^{IV})(q^{IV}q^V+p^{IV}p^V)-p^V((q^V-q^{IV})^2+(p^V-p^{IV})^2)-3p^{IV}(p^{V2}-p^{IV2})-3q^{IV}(q^Vp^V-q^{IV}p^{IV})]$$
$$= -0'',000232\,(\bar{4},3656278),$$

$$(m^{IV}, m^V)_1 (p^V-p^{IV})[l^{V2}+h^{V2}+l^{IV2}+h^{IV2}] = -0'',000646\,(\bar{4},8100593),$$

$$(m^{IV}, m^V)_4 (p^V-p^{IV})[l^{V2}+h^{V2}+l^{IV2}+h^{IV2}] = 0'',003152\,(\bar{3},4985941),$$

$$(m^{IV}, m^V)_2 [(l^{V2}-h^{V2})(p^V-p^{IV}) - 2l^Vh^V(q^V-q^{IV})] = 0'',000197\,(\bar{4},2950508),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^V)} [(l^{V2}-h^{V2})(p^V-p^{IV}) - 2l^Vh^V(q^V-q^{IV})] = 0'',000247\,(\bar{4},3924974),$$

$$(m^{IV}, m^V)_{13} [(l^{IV2}-h^{IV2})(p^V-p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q^V-q^{IV})] = -0'',000514\,(\bar{4},7111576),$$

$$(m^{IV}, m^V)_{14} [(l^{IV2}-h^{IV2})(p^V-p^{IV}) - 2l^{IV}h^{IV}(q^V-q^{IV})] = 0'',001382\,(\bar{3},1405441),$$

$$2(m^{IV}, m^V)_{15} [(l^{IV}l^V+h^{IV}h^V)(p^V-p^{IV}) + (h^Vl^{IV}-l^Vh^{IV})q^V] = 0'',000316\,(\bar{4},5024842),$$

$$2(m^{IV}, m^V)_{16} [(l^{IV}l^V+h^{IV}h^V)(p^V-p^{IV}) + (h^Vl^{IV}-l^Vh^{IV})q^V] = -0'',001406\,(\bar{3},1480630),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{IV}, m^V)_4 [(p^V-p^{IV})^3+(p^V-p^{IV})(q^V-q^{IV})^2+q^V(p^Vq^{IV}-p^{IV}q^V)] = 0'',000046\,(\bar{5},6648295),$$

$$(m^{IV}, m^V)_1 [(p^V-p^{IV})^3+(p^V-p^{IV})(q^V-q^{IV})^2+q^V(p^Vq^{IV}-p^{IV}q^V)] = -0'',000028\,(\bar{5},4534160),$$

$$\overline{(m^{IV}, m^V)}_1 [(p^V-p^{IV})^3+(p^V-p^{IV})(q^V-q^{IV})^2-2q^V(p^Vq^{IV}-p^{IV}q^V)] = -0'',000012\,(\bar{5},0940872),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}, m^V)_4 [(p^V-p^{IV})^3+(p^V-p^{IV})(q^V-q^{IV})^2-2q^V(p^Vq^{IV}-p^{IV}q^V)] = 0'',000092\,(\bar{5},9638157)],$$

$$(m^{IV}, m^V)_{10} [2l^{IV}l^V(p^V-p^{IV}) + (h^Vl^{IV}+h^{IV}l^V)q^{IV} - 2l^{IV}h^Vq^V] = 0'',000364\,(\bar{4},5617065),$$

$$(m^{IV}, m^V)_{11} [2l^{IV}l^V(p^V-p^{IV}) + (h^Vl^{IV}+h^{IV}l^V)q^{IV} - 2l^{IV}h^Vq^V] = 0'',002950\,(\bar{3},4698559),$$

$$(m^{IV}, m^V)_{12} [2l^{IV}l^V(p^V-p^{IV}) + (h^Vl^{IV}+h^{IV}l^V)q^{IV} - 2l^{IV}h^Vq^V] = -0'',000625\,(\bar{4},7957025),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}, m^V)(p^{IV}-p^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}) = 0'',000243\,(\bar{4},3858074).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',002964$.

Юпитеръ и Уранъ.

$$-(m^{IV}_{,}m^{VI})(p^{VI}-p^{IV}) = 0'',001028\,(\bar{3},0123940),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m^{VI})[2(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}q^{IV}+p^{VI}p^{IV})-p^{VI}((q^{VI}-q^{IV})^2+(p^{VI}-p^{IV})^2)-3p^{IV}(p^{VI2}-p^{IV2})-3q^{IV}(q^{VI}p^{VI}-q^{II}p^{IV})$$
$$= 0'',000000\,(\bar{7},9662590),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_1(p^{VI}-p^{IV})[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{IV2}+h^{IV2}] = 0'',000000\,(\bar{7},7739548),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_4[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{IV2}+h^{IV2}](p^{VI}-p^{IV}) = -0'',000009\,(\bar{6},9501297),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_2[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p^{IV})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})] = 0'',000000\,(\bar{7},5591361),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m^{VI})}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p^{IV})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{IV})] = -0'',000000\,(\bar{7},2825778),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{13}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{VI}-p^{IV})-2l^{IV}h^{IV}(q^{VI}-q^{IV})] = 0'',000002\,(\bar{6},3917166),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{14}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{VI}-p^{IV})-2h^{IV}l^{IV}(q^{VI}-q^{IV})] = -0'',000006\,(\bar{6},7770833),$$

$$2(m^{IV}_{,}m^{VI})_{15}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(p^{VI}-p^{IV})+(h^{VI}l^{IV}-h^{IV}l^{VI})q^{VI}] = -0'',000022\,(\bar{5},3367067),$$

$$2(m^{IV}_{,}m^{VI})_{16}[(l^{IV}l^{IV}+h^{IV}h^{VI})(p^{VI}-p^{IV})+(h^{VI}l^{IV}-h^{IV}l^{VI})q^{VI}] = 0'',000028\,(\bar{5},4461126),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{IV}_{,}m^{VI})_4[(p^{VI}-p^{IV})^3+(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})^2+q^{VI}(p^{VI}q^{IV}-p^{IV}q^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{7},1295353),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_1[(p^{VI}-p^{IV})^3+(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})^2+q^{VI}(p^{VI}q^{IV}-p^{IV}q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{8},4304817),$$

$$\overline{(m^{IV}_{,}m^{VI})}_1[(p^{VI}-p^{IV})^3+(p^{VI}-p^{IV})(q^{VI}-q^{IV})^2-2q^{VI}(p^{VI}q^{IV}-p^{IV}q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{9},9537471),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{IV}_{,}m^{IV})_4[(p^{VI}-p^{IV})^3+(p^{VI}-p^{II})(q^{VI}-q^{IV})^2-2q^{VI}(p^{VI}q^{IV}-p^{IV}q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{8},1424361),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{10}[2l^{IV}l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})+(h^{VI}l^{IV}+h^{IV}l^{VI})q^{IV}-2l^{IV}h^{VI}q^{VI}] = 0'',000008\,(\bar{6},9313641),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{11}[2l^{IV}l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})+(h^{IV}l^{IV}+h^{VI}l^{IV})q^{IV}-2l^{IV}h^{VI}q^{VI}] = 0'',000014\,(\bar{5},1473475),$$

$$(m^{IV}_{,}m^{VI})_{12}[2l^{IV}l^{VI}(p^{VI}-p^{IV})+(h^{VI}l^{IV}+h^{IV}l^{VI})q^{IV}-2l^{IV}h^{VI}q^{VI}] = -0'',000001\,(\bar{6},0086822),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{IV}_{,}m^{VI})(p^{VI}-p^{IV})(l^{IV2}+h^{IV2}+3p^{IV2}+3q^{IV2}) = -0'',000002\,(\bar{6},2825952).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= -0'',000028$.

Сатурнъ и Меркурій.

$$-(m^{V}_{,}m)(p-p^{V}) = -0'',000000\,(\bar{7},9394615),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{\prime}_{,}m)[2(p-p^{V})(qq^{V}+pp^{V})-p((q-q^{V})^2+(p-p^{V})^2)-3p^{V}(p^2-p^{V2})-3q^{V}(qp-q^{\prime}p^{V})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{8},0559649),$$

$$(m^{V}_{,}m)_1(p-p^{V})[l^2+h^2+l^{V2}+h^{V2}) = -0'',000000\,(\overline{11},9909784),$$

$$(m^{V}_{,}m)_4(p-p^{V})[l^2+h^2+l^{V2}+h^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},7753096),$$

$$(m^{V}_{,}m)_2[(l^2-h^2)(p-p^{V})-2lh(q-q^{V})] = 0,000000\,(\bar{8},2560574),$$

$$\overline{(m^V,m)}[(l^2-h^2)(p-p^V)-2lh(q-q^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},2510017),$$

$$(m^V,m)_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(p-p^V)-2l^Vh^V(q-q^V)] = 0'',000000\,(\bar{9},3410164),$$

$$(m^V,m)_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(p-p^V)-2l^Vh^V(q-q^V)] = -0'',000000\,(\bar{9},7093971),$$

$$2\,(m^V,m)_{15}[(ll^V+hh^V)(p-p^V)+(hl^V-h^Vl)q] = -0'',000000\,(\bar{7},1024626),$$

$$2\,(m^V,m)_{16}[ll^V+hh^V)(p-p^V)+(hl^V-h^Vl)q] = 0'',000000\,(\bar{7},1047021),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^V,m)_4[(p-p^V)^3+(p-p^V)(q-q^V)^2+q(pq^V-p^Vq)] = 0'',000000\,(\bar{9},2336255),$$

$$(m^V,m)_1[(p-p^V)^3+(p-p^V)(q-q^V)^2+q(pq^V-p^Vq)] = -0'',000000\,(\overline{12},9264201),$$

$$\overline{(m^V,m)_1}[(p-p^V)^3+(p-p^V)(q-q^V)^2-2q(pq^V-p^Vq)] = -0'',000000\,(\bar{9},8144789),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^V,m)_4[(p-p^V)^3+(p-p^V)(q-q^V)^2-2q(pq^V-p^Vq)] = 0'',000000\,(\bar{9},8176108),$$

$$(m^V,m)_{10}[2ll^V(p-p^V)+(hl^V+h^Vl)q-2l^Vhq] = -0'',000000\,(\bar{8},3524365),$$

$$(m^V,m)_{11}[2ll^V(p-p^V_1)+(hl^V+h^Vl)q-2l^Vhq] = -0'',000000\,(\bar{8},3872638),$$

$$(m^V,m)_{12}[2ll^V(p-p^V)+(hl^V+h^Vl)q-2l^Vhq] = 0'',000000\,(\overline{11},6337289),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m)(p-p^V)[l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{9},5849280).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Венера.

$$-(m^V,m')(p'-p^V) = -0'',000008\,(\bar{6},9042935),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^V,m')[2(p'-p^V)(q'q^V+p'p^V)-p'((q'-q^V)^2+(p'-p^V)^2)-3p^V(p'^2-p^{V2})-3q^V(q'p'-q^Vp^V)]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{9},7879745),$$

$$(m^V,m')_1(p'-p^V)[l'^2+h'^2+l^{V2}+h^{V2}] = -0'',000000\,(\overline{10},3502135),$$

$$(m^V,m')_4(p'-p^V)[l'^2+h'^2+l^{V2}+h^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},5935569),$$

$$(m^V,m')_2[(l'^2-h'^2)(p'-p^V)-2l'h'(q'-q^V)] = -0'',000000\,(\overline{10},1898111),$$

$$\overline{(m^V,m')}[(l'^2-h'^2)(p'-p^V)-2l'h'(q'-q^V)] = 0'',000000\,(\overline{10},1753666),$$

$$(m^V,m')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(p'-p^V)-2l^Vh^V(q'-q^V)] = 0'',000000\,(\bar{8},3060083),$$

$$(m^V,m')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(p'-p^V)-2l^Vh^V(q'-q^V)] = -0'',000000\,(\bar{8},6253933),$$

$$2\,(m^V,m')_{15}[(l'l^V+h'h^V)(p'-p^V)+q'(h'l^V-h^Vl')] = -0'',000000\,(\bar{8},7435249),$$

$$2\,(m^V,m')_{16}[(l'l^V+h'h^V)(p'-p^V)+q'(h'l^V-h^Vl')] = 0'',000000\,(\bar{8},7513309),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^V,m')_4[(p'-p^V)^3+(p'-p^V)(q'-q^V)^2+q'(p'q^V-p^Vq')] = -0'',000000\,(\overline{10},7645371),$$

$$(m^V,m')_1[(p'-p^V)^3+(p'-p^V)(q'-q^V)^2+q'(p'q^V-p^Vq')] = 0'',000000\,(\overline{12},9979150),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m')}_1[(p'-p^{V})^3+(p'-p^{V})(q'-q^{V})^2-2q'(p'q^{V}-p^{V}q')] = -0'',000000\,(\bar{8},9181200),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{V}_{,}m')_4[(p'-p^{V})^3+(p'-p^{V})(q'-q^{V})^2-2q'(p'q^{V}-p^{V}q')] = 0'',000000\,(\bar{9},9290890),$$

$$(m^{V}_{,}m')_{10}[2l'l^{V}(p'-p^{V})+(h'l^{V}+h^{V}l')q^{V}-2l^{V}h'q'] = 0'',000000\,(\bar{8},1731984),$$

$$(m^{V}_{,}m')_{11}[2l'l^{V}(p'-p^{V})+(h'l^{V}+h^{V}l')q^{V}-2l^{V}h'q'] = 0'',000000\,(\bar{8},1900535),$$

$$(m^{V}_{,}m')_{12}[2l'l^{V}(p'-p^{V})+(h'l^{V}+h^{V}l')q^{V}-2l^{V}h'q'] = -0'',000000\,(\overline{10},9962299),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V}_{,}m')(p'-p^{V})[l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},5497600).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Сатурнъ и Земля.

$$-(m^{V}_{,}m'')(p''-p^{V}) = 0'',000042\,(\bar{5},6192265),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V}_{,}m'')[2(p''-p^{V})(q''q^{V}+p''p^{V})-p''((q''-q^{V})^2+(p''-p^{V})^2)-3p^{V}(p''^2-p^{V2})-3q^{V}(q''p''-q^{V}p^{V})]$$
$$= 0'',000000\,(\bar{8},9308611),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_1(p''-p^{V})[l''^2+h''^2+l^{V2}+h^{V2}] = 0'',000000\,(\bar{8},3818129),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_4(p''-p^{V})[l''^2+h''^2+l^{V2}+h^{V2}] = -0'',000000\,(\bar{7},3473420),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_2[(l''^2-h''^2)(p''-p^{V})-2l''h''(q''-q^{V})] = -0'',000000\,(\bar{9},5046785),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m'')}[(l''^2-h''^2)(p''-p^{V})-2l''h''(q''-q^{V})] = 0'',000000\,(\bar{9},4763436),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(p''-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q''-q^{V})] = -0'',000000\,(\bar{8},9955272),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(p''-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q''-q^{V})] = 0'',000000\,(\bar{7},3661880),$$

$$2(m^{V}_{,}m'')_{15}[(l''l^{V}+h''h^{V})(p''-p^{V})+(h''l^{V}-h^{V}l'')q''] = 0'',000000\,(\bar{7},5671032),$$

$$2(m^{V}_{,}m'')_{16}[(l''l^{V}+h''h^{V})(p''-p^{V})+(h''l^{V}-h^{V}l'')q''] = -0'',000000\,(\bar{7},5822193),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{V}_{,}m'')_4[(p''-p^{V})^3+(p''-p^{V})(q''-q^{V})^2+q''(p''q^{V}-p^{V}q'')] = -0'',000000\,(\bar{8},6121473),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_1[(p''-p^{V})^3+(p''-p^{V})(q''-q^{V})^2+q''(p''q^{V}-p^{V}q'')] = 0'',000000\,(\bar{8},1237395),$$

$$\overline{(m^{V}_{,}m'')}_1[(p''-p^{V})^3+(p''-p^{V})(q''-q^{V})^2-2q''(p''q^{V}-p^{V}q'')] = 0'',000000\,(\bar{8},2900752),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{V}_{,}m'')_4[(p''-p^{V})^3+(p''-p^{V})(q''-q^{V})^2-2q''(p''q^{V}-p^{V}q'')] = -0'',000000\,(\bar{8},3111173),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_{10}[2l''l^{V}(p''-p^{V})+(h''l^{V}+h^{V}l'')q^{V}-2l^{V}h''q''] = 0'',000000\,(\bar{8},2052796),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_{11}[2l''l^{V}(p''-p^{V})+(h''l^{V}+h^{V}l'')q^{V}-2l^{V}h''q''] = 0'',000000\,(\bar{8},2374918),$$

$$(m^{V}_{,}m'')_{12}[2l''l^{V}(p''-p^{V})+(h''l^{V}+h^{V}l'')q^{V}-2l^{V}h''q''] = -0'',000000\,(\overline{10},2757864),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V}_{,}m'')(p''-p^{V})(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}) = -0'',000000\,(\bar{7},2646930).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

*

Сатурнъ и Марсъ.

$$-(m_{,}^{V}m''')(p'''-p^{V})=0'',000005\,(\bar{6},7320341),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m)[2(p'''-p^{V})(q'''q^{V}+p'''p^{V})-p'''((q'''-q^{V})^{2}+(p'''-p^{V})^{2})-3p^{V}(p'''^{2}-p^{V2})-3q^{V}(q'''p'''-q^{V}p^{V})]$$
$$=0'',000000\,(\bar{8},5951310),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{1}(p'''-p^{V})(l'''^{2}+h'''^{2}+l^{V2}+h^{V2})=0'',000000\,(\bar{9},4108020),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{4}(p'''-p^{V})(l'''^{2}+h'''^{2}+l^{V2}+h^{V2})=-0'',000000\,(\bar{7},0190998),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{2}[(l'''^{2}-h'''^{2})(p'''-p^{V})-2l'''h'''(q'''-q^{V})=-0'',000000\,(\bar{8},2056106),$$

$$\overline{(m_{,}^{V}m''')}[(l'''^{2}-h'''^{2})(p'''-p^{V})-2l'''h'''(q'''-q^{V})]=0'',000000\,(\bar{8},1346752),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{13}[(l^{V2}-h^{V2})(p'''-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q'''-q^{V})]=-0'',000000\,(\bar{8},0930830),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{14}[(l^{V2}-h^{V2})(p'''-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q'''-q^{V})]=0'',000000\,(\bar{8},4672461),$$

$$2(m_{,}^{V}m''')_{15}[(l'''l^{V}+h'''h^{V})(p'''-p^{V})+(h'''l^{V}-h^{V}l''')q''']=0'',000000\,(\bar{7},1128936),$$

$$2(m_{,}^{V}m''')_{16}[(l'''l^{V}+h'''h^{V})(p'''-p^{V})+(h'''l^{V}-h^{V}l''')q''']=-0'',000000\,(\bar{7},1486177),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{V}m''')_{4}[(p'''-p^{V})^{3}+(p'''-p^{V})(q'''-q^{V})^{2}+q'''(p'''q^{V}-p^{V}q''')]=-0'',000000\,(\bar{9},9969660),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{1}[(q'''-q^{V})^{3}+(p'''-p^{V})(q'''-q^{V})^{2}+q'''(p'''q^{V}-p^{V}q''')]=0'',000000\,(\overline{10},8657895),$$

$$\overline{(m_{,}^{V}m''')}_{1}[(p'''-p^{V})^{3}+(p'''-p^{V})(q'''-q^{V})^{2}-2q'''(p'''q^{V}-p^{V}q''')]=-0'',000000\,(\bar{9},3326062),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{V}m''')_{4}[(p'''-p^{V})^{3}+(p'''-p^{V})(q'''-q^{V})^{2}-2p'''(p'''q^{V}-p^{V}q''')]=0'',000000\,(\bar{9},3819839),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{10}[2l'''l^{V}(p'''-p^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')q^{V}-2l^{V}h'''q''']=-0'',000000\,(\bar{8},9685606),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{11}[2l'''l^{V}(p'''-p^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')q^{V}-2l^{V}h'''q''']=-0'',000000\,(\bar{7},0433464),$$

$$(m_{,}^{V}m''')_{12}[2l'''l^{V}(p'''-p^{V})+(h'''l^{V}+h^{V}l''')q^{V}-2l^{V}h'''q''']=0'',000000\,(\bar{9},4809644),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m^{V})(p'''-p^{V})(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2}]=-0'',000000\,(\bar{8},3775006).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Сатурнъ и Юпитеръ.

$$-(m_{,}^{V}m^{IV})(p^{IV}-p^{V})=0'',322360\,(\bar{1},5083418),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m^{IV})[2(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}q^{V}+p^{IV}p^{V})-p^{IV}((q^{IV}-q^{V})^{2}+(p^{IV}-p^{V})^{2})-3p^{V}(p^{IV2}-p^{V2})-3q^{V}(q^{IV}p^{IV}-q^{V}p^{V})]$$
$$=0'',000858\,(\bar{4},9333031),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{1}(p^{IV}-p^{V})[l^{V2}+h^{V2}+l^{IV2}+h^{IV2}]=0'',001595\,(\bar{3},2027950),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{4}(p^{IV}-p^{V})[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{V2}+h^{V2}]=-0'',007786\,(\bar{3},8913297),$$

$$(m_{,}^{V}m^{IV})_{2}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p^{V})-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q^{V})]=0'',000440\,(\bar{4},6440147),$$

$$\overline{(m^{V},m^{IV})}\,[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p^{V})-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q^{V})]=0'',000551\ (\bar{4},7414613),$$

$$(m^{V},m^{V})_{13}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{IV}-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q^{IV}-q^{V})]=-0'',001404\ (\bar{3},1475850),$$

$$(m^{V},m^{IV})_{14}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{IV}-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q^{IV}-q^{V})]=0'',003775\ (\bar{3},5769717),$$

$$2(m^{V},m^{IV})_{15}\,[(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})(p^{IV}-p^{V})+(h^{IV}l^{V}-l^{IV}h^{V})q^{IV}]=0'',000025\ (\bar{5},3925563).$$

$$2(m^{V},m^{IV})_{16}\,[(l^{IV}l^{V}+h^{IV}h^{V})(p^{IV}-p^{V})+(h^{IV}l^{V}-l^{IV}h^{V})q^{IV}]=-0'',000109\ (\bar{4},0381351),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{V},m^{IV})_{4}\,[(p^{IV}-p^{V})^{3}+(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})^{2}+q^{IV}(p^{IV}q^{V}-p^{V}q^{IV})]=-0'',000204\ (\bar{4},3101105),$$

$$(m^{V},m^{IV})_{1}\,[(p^{IV}-p^{V})^{3}+(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})^{2}+q^{IV}(p^{IV}q^{V}-p^{V}q^{IV})]=0'',000125\ (\bar{4},0986971),$$

$$\overline{(m^{V},m^{IV})}_{1}\,[(p^{IV}-p^{V})^{3}+(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})^{2}-2q^{IV}(p^{IV}q^{V}-p^{V}q^{IV})]=0'',000018\ (\bar{5},2676970).$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{V},m^{IV})_{4}\,[(p^{IV}-p^{V})^{3}+(p^{IV}-p^{V})(q^{IV}-q^{V})^{2}-2q^{IV}(p^{IV}q^{V}-p^{V}q^{IV})]=-0'',000137\ (\bar{4},1374235)],$$

$$(m^{V},m^{IV})_{10}\,[2l^{IV}l^{V}(p^{IV}-p^{V})+(h^{IV}l^{V}+h^{V}l^{IV})q^{V}-2l^{V}h^{IV}q^{IV}]=-0'',000510\ (\bar{4},7078055),$$

$$(m^{V},m^{IV})_{11}\,[2l^{IV}l^{V}(p^{IV}-p^{V})+(h^{IV}l^{V}+h^{V}l^{IV})q^{V}-2l^{V}h^{IV}q^{IV}]=-0'',004130\ (\bar{3},6159549),$$

$$(m^{V},m^{IV})_{12}\,[2l^{IV}l^{V}(p^{IV}-p^{V})+(h^{IV}l^{V}+h^{V}l^{IV})q^{V}-2l^{V}h^{IV}q^{IV}]=0'',000874\ (\bar{4},9418015),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V},m^{IV})(p^{IV}-p^{V})(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2})=-0'',001424\ (\bar{3},1538083).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000398$.

Сатурнъ и Уранъ.

$$-(m^{V},m^{VI})(p^{VI}-p^{V})=0'',010625\ (\bar{2},0263515),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{V},m^{VI})\,[2(p^{VI}-p^{V})(q^{VI}q^{V}+p^{VI}p^{V})-p^{VI}((q^{V}-q^{VI})^{2}+(p^{V}-p^{VI})^{2})-3p^{V}(p^{VI2}-p^{V2})-3q^{V}(q^{VI}p^{VI}-q^{V}p^{V})]$$
$$=0'',000033\ (\bar{5},5214559),$$

$$(m^{V},m^{VI})_{1}\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{V2}+h^{V2}](p^{VI}-p^{V})=0'',000037\ (\bar{5},5686800),$$

$$(m^{V},m^{VI})_{4}(p^{VI}-p^{V})\,[l^{VI2}+h^{VI2}+l^{V2}+h^{V2}]=-0'',000205\ (\bar{4},3120368),$$

$$(m^{V},m^{VI})_{2}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{VI}-p^{V})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{V})]=0'',000006\ (\bar{6},7541700),$$

$$\overline{(m^{V},m^{VI})}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p-p^{V})-2l^{VI}h^{VI}(q^{VI}-q^{V})]=0'',000005\ (\bar{6},6872404),$$

$$(m^{V},m^{VI})_{13}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{VI}-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q^{VI}-q^{V})]=-0'',000041\ (\bar{5},6090542),$$

$$(m^{V},m^{VI})_{14}\,[(l^{V2}-h^{V2})(p^{VI}-p^{V})-2l^{V}h^{V}(q^{VI}-q^{V})]=0'',000107\ (\bar{4},0297972),$$

$$2(m^{V},m^{VI})_{15}\,[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h^{VI})(p^{VI}-p^{V})+(h^{VI}l^{V}-h^{V}l^{VI})q^{VI}]=0'',000009\ (\bar{6},9434791),$$

$$2(m^{V},m^{VI})_{16}\,[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h)(p^{VI}-p^{V})+(h^{VI}l^{V}-h^{V}l^{VI})q^{VI}]=-0'',000026\ (\bar{5},4237346),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{V},m^{VI})_{4}\,[(p^{VI}-p^{V})^{3}+(p^{VI}-p^{V})(q^{VI}-q^{V})^{2}+q^{VI}(p^{VI}q^{V}-p^{V}q^{VI})]=-0'',000016\ (\bar{5},1935303).$$

$$(m^{V},m^{VI})_{1}\,[(p^{VI}-p^{V})^{3}+(p^{VI}-p^{V})(q^{VI}-q^{V})^{2}+q^{VI}(p^{VI}q^{V}-p^{V}q^{VI})]=0'',000008\ (\bar{6},9272948),$$

$$\overline{(m_{,}^{V}m^{VI})}_{1}[(p^{VI}-p^{V})^3+(p^{VI}-p^{V})(q^{VI}-q^{V})^2-2q^{VI}(p^{VI}q^{V}-p^{V}q^{VI})]=0'',000001\,(\bar{6},1990158),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{V}m^{VI})_{4}[(p^{VI}-p^{V})^3+(p^{VI}-p^{V})(q^{VI}-q^{V})^2-2q^{VI}(p^{VI}q^{V}-p^{V}q^{VI})]=-0'',000007\,(\bar{6},8315015),$$

$$(m_{,}^{V}m^{VI})_{10}[2l^{V}l^{VI}(p^{VI}-p^{V})+(h^{VI}l^{V}+h^{V}l^{VI})q^{V}-2l^{V}h^{VI}q^{VI}]=0'',000000\,(\bar{7},7470839),$$

$$(m_{,}^{V}m^{VI})_{11}[2l^{V}l^{VI}(p^{VI}-p^{V})+(h^{VI}l^{V}+h^{V}l^{VI})q^{V}-2l^{V}h^{VI}q^{VI}]=0'',000003\,(\bar{6},4921270),$$

$$(m_{,}^{V}m^{VI})_{12}[2l^{V}l^{VI}(p^{VI}-p^{V})+(h^{VI}l^{V}+h^{V}l^{VI})q^{V}-2l^{V}h^{VI}q^{VI}]=-0'',000000\,(\bar{7},7667106),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{V}m^{VI})(p^{VI}-p^{V})(l^{V2}+h^{V2}+3p^{V2}+3q^{V2})=-0'',000047\,(\bar{5},6718180).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=-0'',000047$.

Уранъ и Меркурій.

$$-(m_{,}^{VI}m)(p-p^{VI})=-0'',000000\,(\bar{7},0733967),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m)[2(p-p^{VI})(qq^{VI}+pp^{VI})-p((q-q^{VI})^2+(p-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p^2-p^{VI2})-3q^{VI}(qp-q^{VI}p^{VI})]$$
$$=-0'',000000\,(\overline{10},9960450)$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{1}(p-p^{VI})[l^2+h^2+l^{VI2}+h^{VI2}]=-0'',000000\,(\overline{12},5075361),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{4}(p-p^{VI})[l^2+h^2+l^{VI2}+h^{VI2}]=0'',000000\,(\bar{9},8978724),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{2}[(l^2-h^2)(p-p^{VI})-2lh(q-q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},2487250),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m)}[(l^2-h^2)(p-p^{VI})-2lh(q-q^{VI})]=-0'',000000\,(\bar{9},2477286),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q-q^{VI})]=-0'',000000\,(\overline{10},0237958),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q-q^{VI})]=0'',000000\,(\overline{10},3916250),$$

$$2(m_{,}^{VI}m)_{15}[(ll^{VI}+hh^{VI})(p-p^{VI})+(hl^{VI}-h^{VI}l)q]=-0'',000000\,(\bar{8},7819522),$$

$$2(m_{,}^{VI}m)_{16}[(ll^{VI}+hh^{VI})(p-p^{VI})+(hl^{VI}-h^{VI}l)q]=0'',000000\,(\bar{8},7825011),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_{,}^{VI}m)_{4}[(p-p^{VI})^3+(p-p^{VI})(q-q^{VI})^2+q(pq^{VI}-p^{VI}q)]=0'',000000\,(\overline{10},8318980),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{1}[(p-p^{VI})^3+(p-p^{VI})(q-q^{VI})^2+q(pq^{VI}-p^{VI}q)]=-0'',000000\,(\overline{13},9185989),$$

$$\overline{(m_{,}^{VI}m)}_{1}[(p-p^{VI})^3+(p-p^{VI})(q-q^{VI})^2-2q(pq^{VI}-p^{VI}q)]=-0'',000000\,(\overline{10},6178678)$$

$$\tfrac{1}{6}(m_{,}^{VI}m)_{4}[(p-p^{VI})^3+(p-p^{VI})(q-q^{VI})^2-2q(pq^{VI}-p^{VI}q)]=0'',000000\,(\overline{10},6186414)$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{10}[2ll^{VI}(p-p^{VI})+(hl^{VI}+h^{VI}l)q^{VI}-2l^{VI}hq]=-0'',000000\,(\bar{8},1304487),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{11}[2ll^{VI}(p-p^{VI})+(hl^{VI}+h^{VI}l)q^{VI}-2l^{VI}hq]=-0'',000000\,(\bar{8},1316424),$$

$$(m_{,}^{VI}m)_{12}[2ll^{VI}(p-p^{VI})+(hl^{VI}+h^{VI}l)q^{VI}-2l^{VI}hq]=0'',000000\,(\overline{12},7922860),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_{,}^{VI}m)(p-p^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2}]=0'',000000\,(\overline{10},2070474).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Венера.

$$-(m_,^{VI}m')(p'-p^{VI}) = -0'',000002\,(\bar{6},2594161),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')\,[2(p'-p^{VI})(q'q^{VI}+p'p^{VI})-p'((q'-q^{VI})^2+(p'-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p'^2-p^{VI2})-3q^{VI}(q'p'-q^{VI}p^{VI})]$$
$$= -0'',000000\,(\bar{9},5585015),$$

$$(m_,^{VI}m')_1(p'-p^{VI})(l'^2+h'^2+l^{VI2}+h^{VI2}) = -0'',000000\,(\overline{12},9358726),$$

$$(m_,^{VI}m')_4(p'-p^{VI})(l'^2+h'^2+l^{VI2}+h^{VI2}) = 0'',000000\,(\bar{9},7838574),$$

$$(m_,^{VI}m')_2[(l'^2-h'^2)(p'-p^{VI})-2l'h'(q'-q^{VI})] = -0,000000\,(\overline{13},9149051),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m')}[(l'^2-h'^2)(p'-p^{VI})-2l'h'(q'-q^{VI})] = 0'',000000\,(\overline{13},9113988),$$

$$(m_,^{VI}m')_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p'-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q'-q^{VI})] = -0'',000000\,(\bar{9},4794630),$$

$$(m_,^{VI}m')_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p'-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q'-q^{VI})] = 0'',000000\,(\bar{9},8477797),$$

$$2\,(m_,^{VI}m')_{15}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(p'-p^{VI})+(h'l^{VI}-h^{VI}l')q'] = -0'',000000\,(\bar{9},9362527),$$

$$2\,(m_,^{VI}m')_{16}[(l'l^{VI}+h'h^{VI})(p'-p^{VI})+(h'l^{VI}-h^{VI}l')q'] = 0'',000000\,(\bar{9},9381568),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{VI}m')_4[(p'-p^{VI})^3+(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})^2+q'(p'q^{VI}-p^{VI}q')] = 0'',000000\,(\bar{9},2831096),$$

$$(m_,^{VI}m')_1[(p'-p^{VI})^3+(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})^2+q'(p'q^{VI}-p^{VI}q')] = -0'',000000\,(\overline{12},9122461),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m')_1}[(p'-p^{VI})^3+(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})^2-2q'(p'q^{VI}-p^{VI}q')] = -0'',000000\,(\overline{10},9567079),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{VI}m')_4[(p'-p^{VI})^3+(p'-p^{VI})(q'-q^{VI})^2-2q'(p'q^{VI}-p^{VI}q')] = 0'',000000\,(\overline{10},9763963),$$

$$(m_,^{VI}m')_{10}[2l'l^{VI}(p'-p^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')q^{VI}-2l^{VI}h'q'] = 0'',000000\,(\bar{8},2343166),$$

$$(m_,^{VI}m')_{11}[2l'l^{VI}(p'-p^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')q^{VI}-2l^{VI}h'q'] = 0'',000000\,(\bar{8},2384844),$$

$$(m_,^{VI}m')_{12}[2l'l^{VI}(p'-p^{VI})+(h'l^{VI}+h^{VI}l')q^{VI}-2l^{VI}h'q'] = -0'',000000\,(\overline{11},4413443),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m')(p'-p^{VI})[l^{VI2}+h^{VI}+3q^{VI2}+3p^{VI2}] = 0'',000000\,(\bar{9},3930668),$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',000000$.

Уранъ и Земля.

$$-(m_,^{VI}m'')(p''-p^{VI}) = 0'',000001\,(\bar{6},0556654),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m'')\,[2(p''-p^{VI})(q''q^{VI}+p''p^{VI})-p''((q''-q^{VI})^2+(p''-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p''^2-p^{VI2})-3q^{VI}(q''p''-q^{VI}p^{VI})]$$
$$= 0'',000000\,(\overline{10},4938163),$$

$$(m_,^{VI}m')_1(p'-p^{VI})[l''^2+h''^2+l^{VI2}+h^{VI2}] = 0'',000000\,(\overline{11},0582795),$$

$$(m_,^{IV}m'')_4(p''-p^{VI})[l''^2+h''^2+l^{VI2}+h^{VI2}] = -0'',000000\,(\bar{9},6257213),$$

$$(m_,^{VI}m'')_2[(l''^2-h''^2)(p''-p^{VI})-2l''h''(q''-q^{VI})] = -0'',000000\,(\overline{11},8318790),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m'')}\,[(l''^2-h''^2)(p''-p^{VI})-2l''h''(q''-q^{VI})]=0'',000000\,(\overline{11},8251568),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{13}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p''-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q''-q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},2848265),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{14}\,[(l^{VI2}-h^{VI2})(p''-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q''-q^{VI})]=-\,0'',000000\,(\bar{9},6534697),$$

$$2(m^{VI}_{,}m'')_{15}\,[(l''l^{VI}+h''h^{VI})(p''-p^{VI})+(h''l^{VI}-l''h^{VI})q'']=0'',000000\,(\bar{9},8060427),$$

$$2(m^{VI}_{,}m'')_{16}\,[(l''l^{VI}+h''h^{VI})(p''-p^{VI})+(h''l^{VI}-l''h^{VI})q'']=-\,0'',000000\,(\bar{9},8097418),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m'')_{4}\,[(p''-p^{VI})^3+(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})^2+q''(p''q^{VI}-p^{VI}q'')]=-\,0'',000000\,(\overline{10},0204054),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{1}\,[(p''-p^{VI})^3+(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})^2+q''(p''q^{VI}-p^{VI}q'')]=0'',000000\,(\overline{13},9300849),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m'')}_{1}\,[(p''-p^{VI})^3+(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})^2-2q''(p''q^{VI}-p^{VI}q'')]=0'',000000\,(\overline{11},7143034),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{VI}_{,}m'')_{4}\,[(p''-p^{VI})^3+(p''-p^{VI})(q''-q^{VI})^2-2q''(p''q^{VI}-p^{VI}q'')]=-\,0'',000000\,(\overline{11},7193754),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{10}\,[2l''l^{VI}(p''-p^{VI})+(h''l^{VI}+h^{VI}l'')q^{VI}-2l^{VI}h''q'']=-\,0'',000000\,(\bar{9},8515773),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{11}\,[2l''l^{VI}(p''-p^{VI})+(h''l^{VI}+l''h^{VI})q^{VI}-2l^{VI}h''q'']=-\,0'',000000\,(\bar{9},8595429),$$

$$(m^{VI}_{,}m'')_{12}\,[2l''l^{VI}(p''-p^{VI})+(h''l^{VI}+l''h^{VI})q^{IV}-2l^{VI}h''q'']=0'',000000\,(\overline{11},3426660),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m'')(p''-p^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2}]=-\,0'',000000\,(\bar{9},1893161).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Марсъ.

$$-(m^{VI}_{,}m''')(p'''-p^{VI})=-\,0'',000000\,(\bar{7},4854074),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m''')[2(p'''-p^{VI})(q'''q^{VI}+p'''p^{VI})-p'''((q'''-q^{VI})^2+(p'''-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p'''^2-p^{VI2})-3q^{VI}(q'''p'''-q^{VI}p^{VI})]$$
$$=0'',000000\,(\bar{9},4904653),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{1}(p'''-p^{VI})[l'''^2+h'''^2+l^{VI2}+h^{VI2}]=-\,0'',000000\,(\overline{11},5028390),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{4}(p'''-p^{VI})[l'''^2+h'''^2+l^{VI2}+h^{VI2}]=0'',000000\,(\bar{9},7066249),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{2}[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p^{VI})-2l'''h'''(q'''-q^{VI})=-\,0'',000000\,(\bar{9},0990572),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m''')}\,[(l'''^2-h'''^2)(p'''-p^{VI})-2l'''h'''(q'''-q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},0831892),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p'''-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q'''-q^{VI})]=-\,0'',000000\,(\overline{10},9004153),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p'''-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q'''-q^{VI})]=0'',000000\,(\bar{9},0699368),$$

$$2(m^{VI}_{,}m''')_{15}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(p'''-p^{VI})+(h'''l^{VI}-h^{VI}l''')q''']=0'',000000\,(\bar{9},8836580),$$

$$2(m^{VI}_{,}m''')_{16}[(l'''l^{VI}+h'''h^{VI})(p'''-p^{VI})+(l^{VI}h'''-h^{VI}l''')q''']=-\,0'',000000\,(\bar{9},8922866),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m''')_{4}[(p'''-p^{VI})^3+(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})^2+q'''(p'''q^{VI}-p^{VI}q''')]=0'',000000\,(\overline{11},0726879),$$

$$(m^{VI}_{,}m''')_{1}[(p'''-p^{VI})^3+(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})^2+q'''(p'''q^{VI}-p^{VI}q''')]=-\,0'',000000\,(\overline{13},3460233),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m''')}_1[(p'''-p^{VI})^3+(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})^2-2q'''(p'''q^{VI}-p^{VI}q''')]=-0'',000000\,(\overline{11},9432501),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{VI}m''')_4[(p'''-p^{VI})^3+(p'''-p^{VI})(q'''-q^{VI})^2-2q'''(p'''q^{VI}-p^{VI}q''')]=0'',000000\,(\overline{11},9552666),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{10}[2l'''l^{VI}(p'''-p^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')q^{VI}-2l^{VI}h'''q''']=-0'',000000\,(\bar{8},5560649),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{11}[2l^{VI}l'''(p'''-p^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')q^{VI}-2l^{VI}h'''q''']=-0'',000000\,(\bar{8},5745579),$$

$$(m_,^{VI}m''')_{12}[2l'''l^{VI2}(p'''-p^{VI})+(h'''l^{VI}+h^{VI}l''')q^{VI}-2l^{VI}h'''q''')]=0'',000000\,(\overline{11},4205739),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m''')(p'''-p^{VI})(l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2})=0'',000000\,(\overline{10},6190581).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000000$.

Уранъ и Юпитеръ.

$$-(m_,^{VI}m^{IV})(p^{IV}-p^{VI})=-0'',009144\,(\bar{3},9611574),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m^{IV})[2(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}q^{VI}+p^{IV}p^{VI})-p^{IV}((q^{IV}-q^{VI})^2+(p^{IV}-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p^{IV2}-p^{VI2})-3q^{VI}(q^{IV}p^{IV}-q^{VI}p^{VI})$$
$$=-0'',000005\,(\bar{6},6654469),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_1(p^{IV}-p^{VI})[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{VI2}+h^{VI2}]=-0'',000005\,(\bar{6},7227182),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_4(p^{IV}-p^{VI})[l^{IV2}+h^{IV2}+l^{VI2}+h^{VI2}]=0'',000079\,(\bar{5},8988931),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_2[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p^{VI})-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q^{VI})]=-0'',000007\,(\bar{6},8476990),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m^{IV})}[(l^{IV2}-h^{IV2})(p^{IV}-p^{VI})-2l^{IV}h^{IV}(q^{IV}-q^{VI})]=0'',000004\,(\bar{6},5711407),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{IV}-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q^{IV}-q^{VI})]=-0'',000010\,(\bar{5},0006805),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{IV}-p^{VI})-2h^{VI}l^{VI}(q^{IV}-q^{VI})]=0'',000024\,(\bar{5},3860472),$$

$$2(m_,^{VI}m^{IV})_{15}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l^{VI}-h^{VI}l^{IV})q^{IV}]=0'',000059\,(\bar{5},7721604),$$

$$2(m_,^{VI}m^{IV})_{16}[(l^{IV}l^{VI}+h^{IV}h^{VI})(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l^{VI}-h^{VI}l^{IV})q^{IV}]=-0'',000076\,(\bar{5},8815663),$$

$$\tfrac{1}{3}(m_,^{VI}m^{IV})_4[(p^{IV}-p^{VI})^3+(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})^2+q^{IV}(p^{IV}q^{VI}-p^{VI}q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},7824751),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_1[(p^{IV}-p^{VI})^3+(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})^2+q^{IV}(p^{IV}q^{VI}-p^{VI}q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},0834215),$$

$$\overline{(m_,^{VI}m^{IV})}_1[(p^{IV}-p^{VI})^3+(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})^2-2q^{IV}(p^{IV}q^{VI}-p^{VI}q^{IV})]=-0'',000000\,(\bar{7},6609792),$$

$$\tfrac{1}{6}(m_,^{VI}m^{IV})_4[(p^{IV}-p^{VI})^3+(p^{IV}-p^{VI})(q^{IV}-q^{VI})^2-2q^{IV}(p^{IV}q^{VI}-p^{VI}q^{IV})]=0'',000000\,(\bar{7},8496682),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_{10}[2l^{IV}l^{VI}(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l^{VI}+h^{VI}l^{IV})q^{VI}-2l^{VI}h^{IV}q^{IV}]=-0'',000089\,(\bar{5},9492688),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_{11}[2l^{IV}l^{VI}(p^{IV}-p^{VI})+(h^{VI}l^{VI}+h^{IV}l^{VI})q^{VI}-2l^{VI}h^{IV}q^{IV}]=-0'',000146\,(\bar{4},1652522),$$

$$(m_,^{VI}m^{IV})_{12}[2l^{IV}l^{VI}(p^{IV}-p^{VI})+(h^{IV}l^{VI}+h^{VI}l^{IV})q^{VI}-2l^{VI}h^{IV}q^{IV}]=0'',000011\,(\bar{5},0265863),$$

$$\tfrac{1}{2}(m_,^{VI}m^{IV})(p^{IV}-p^{VI})(l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2})=0'',000012\,(\bar{5},0948081).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $=0'',000199$.

Уранъ и Сатурнъ.

$$-(m^{VI}_{,}m^{V})(p^{V}-p^{VI}) = -0'',038227\,(\bar{2},5823808),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m^{V})\left[2(p^{V}-p^{VI})(q^{V}q^{VI}+p^{V}p^{VI})-p^{V}((q^{V}-q^{VI})^2+(p^{V}-p^{VI})^2)-3p^{VI}(p^{V2}-p^{VI2})-3q^{VI}(q^{V}p^{V}-q^{VI}p^{VI})\right]$$
$$= -0'',000049\,(\bar{5},6890225),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_1(p^{V}-p^{VI})[l^{V2}+h^{V2}+l^{VI2}+h^{VI2}] = -0'',000133\,(\bar{4},1247093),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_4(p^{V}-p^{VI})[l^{VI}+h^{V2}+l^{2V2}+h^{VI2}] = 0'',000738\,(\bar{4},8680641),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_2[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p^{VI})-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q^{VI})] = 0'',000049\,(\bar{5},6871269),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m^{V})}[(l^{V2}-h^{V2})(p^{V}-p^{VI})-2l^{V}h^{V}(q^{V}-q^{VI})] = 0'',000042\,(\bar{5},6201973),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_{13}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{V}-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q^{V}-q^{VI})] = -0'',000061\,(\bar{5},7880307),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_{14}[(l^{VI2}-h^{VI2})(p^{V}-p^{VI})-2l^{VI}h^{VI}(q^{V}-q^{VI})] = 0'',000161\,(\bar{4},2087737),$$

$$2(m^{VI}_{,}m^{V})_{15}[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h^{VI})(p^{V}-p^{VI})+(h^{V}l^{VI}-h^{VI}l^{V})q^{V}] = -0'',000132\,(\bar{4},1204436),$$

$$2(m^{VI}_{,}m^{V})_{16}[(l^{V}l^{VI}+h^{V}h^{VI})(p^{V}-p^{VI})+(h^{V}l^{VI}-h^{VI}l^{V})q^{V}] = 0'',000399\,(\bar{4},6006991),$$

$$\tfrac{1}{3}(m^{VI}_{,}m^{V})_4[(p^{V}-p^{VI})^3+(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})^2+q^{V}(p^{V}q^{VI}-p^{VI}q^{V})] = 0'',000043\,(\bar{5},6394466),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_1[(p^{V}-p^{VI})^3+(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})^2+q^{V}(p^{V}q^{VI}-p^{VI}q^{V})] = -0'',000024\,(\bar{5},3732111),$$

$$\overline{(m^{VI}_{,}m^{V})}_1[(p^{V}-p^{VI})^3+(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})^2-2q^{V}(p^{V}q^{VI}-p^{VI}q^{V})] = -0'',000009\,(\bar{6},9357511),$$

$$\tfrac{1}{6}(m^{VI}_{,}m^{V})_4[(p^{V}-p^{VI})^3+(p^{V}-p^{VI})(q^{V}-q^{VI})^2-2q^{V}(p^{V}q^{VI}-p^{VI}q^{V})] = 0'',000037\,(\bar{5},5680368),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_{10}[2l^{V}l^{VI}(p^{V}-p^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})q^{VI}-2l^{VI}h^{V}q^{V}] = -0'',000104\,(\bar{4},0173868),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_{11}[2l^{V}l^{VI}(p^{V}-p^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})q^{VI}-2l^{VI}h^{V}q^{V}] = -0'',000579\,(\bar{4},7624299),$$

$$(m^{VI}_{,}m^{V})_{12}[2l^{V}l^{VI}(p^{V}-p^{VI})+(h^{V}l^{VI}+h^{VI}l^{V})q^{VI}-2l^{VI}h^{V}q^{V}] = 0'',000109\,(\bar{4},0370135),$$

$$\tfrac{1}{2}(m^{VI}_{,}m^{V})(p^{V}-p^{VI})[l^{VI2}+h^{VI2}+3p^{VI2}+3q^{VI2}] = 0'',000052\,(\bar{5},7160315).$$

Слѣд. сумма членовъ третьяго порядка $= 0'',001221$.

(23) Всѣ предъидущія вычисленія были произведены при помощи слѣдующихъ данныхъ:

Меркурій.

$h = 0,1979790\,(\bar{1},2966192)$, $l = 0,0555191\,(\bar{2},7444426)$,

$p = 0,0882739\,(\bar{2},9458326)$, $q = 0,0853867\,(\bar{2},9313903)$,

Венера.

$h' = 0,0053538\,(\bar{3},7286622)$ $l' = -0,0042920\,(\bar{3},6326614)$,

$p' = 0,0572013\,(\bar{2},7574056)$, $q' = 0,0154754\,(\bar{2},1896431)$.

Земля.

$h'' = 0{,}0165616\,(\bar{2}{,}2191017)$, $l'' = -0{,}0027738\,(\bar{3}{,}4430780)$,

$p'' = 0$, $q'' = 0$.

Марсъ.

$h''' = -0{,}0432145\,(\bar{2}{,}6356302)$, $l''' = 0{,}0825946\,(\bar{2}{,}9169520)$,

$p''' = 0{,}0240235\,(\bar{2}{,}3806361)$, $q''' = 0{,}0216355\,(\bar{2}{,}3251668)$,

Юпитеръ.

$h^{IV} = 0{,}0092947\,(\bar{3}{,}9682361)$, $l^{IV} = 0{,}0472567\,(\bar{2}{,}6744634)$,

$p^{IV} = 0{,}0226956\,(\bar{2}{,}3559422)$, $q^{IV} = -0{,}0033632\,(\bar{3}{,}5267534)$.

Сатурнъ.

$h^{V} = 0{,}0561441\,(\bar{2}{,}7493046)$, $l^{V} = 0{,}00084386\,(\bar{4}{,}9262739)$,

$p^{V} = 0{,}0403916\,(\bar{2}{,}6062908)$, $q^{V} = -0{,}0162662\,(\bar{2}{,}2112854)$.

Уранъ.

$h^{VI} = 0{,}0100831\,(\bar{2}{,}0035953)$, $l^{VI} = -0{,}0455071\,(\bar{2}{,}6580792)$,

$p^{VI} = 0{,}0129260\,(\bar{2}{,}1114653)$. $q^{VI} = 0{,}0039545\,(\bar{3}{,}5970979)$.

(24) Наконецъ, по формуламъ чл. 21, находимъ слѣдующія величины для годично-вѣковыхъ возмущеній въ наклоненіяхъ и въ долготахъ узловъ планетныхъ орбитъ:

Меркурій.

$$\delta J_1 = \left.\begin{aligned} &0'',174313 + 0'',000000\,\mu + 0'',064845\,\mu' - 0'',000005\,\mu'' + 0'',000315\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',099251\,\mu^{IV} + 0'',009874\,\mu^{V} + 0'',000033\,\mu^{VI} \\ &- 0'',047368 + 0'',000091\,\mu - 0'',080579\,\mu' + 0'',014314\,\mu'' + 0'',000453\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',017556\,\mu^{IV} + 0'',000778\,\mu^{V} + 0'',000019\,\mu^{VI} \end{aligned}\right\},$$

$$\delta N_1 = \left.\begin{aligned} &-7'',250970 - 0'',065887\,\mu - 3'',866376\,\mu' - 0'',884119\,\mu'' - 0'',099068\,\mu''' \\ &\qquad - 2'',220227\,\mu^{IV} - 0'',112900\,\mu^{V} - 0'',002393\,\mu^{VI} \\ &- 1'',085308 + 0'',006062\,\mu - 1'',073317\,\mu' - 0'',029406\,\mu'' + 0'',007982\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',005281\,\mu^{IV} - 0'',001890\,\mu^{V} - 0'',000020\,\mu^{VI} \end{aligned}\right\}.$$

*

Венера.

$$\left.\begin{array}{r} \delta J'_1 = 0''{,}038863 + 0''{,}013019\,\mu + 0''{,}000000\,\mu' + 0''{,}000000\,\mu'' - 0''{,}002867\,\mu''' \\ + 0''{,}025373\,\mu^{IV} + 0''{,}003340\,\mu^{V} - 0''{,}000002\,\mu^{VI} \\ - 0''{,}002065 - 0''{,}002971\,\mu + 0''{,}000227\,\mu' + 0''{,}000253\,\mu'' + 0''{,}000597\,\mu''' \\ - 0''{,}000098\,\mu^{IV} - 0''{,}000073\,\mu^{V} \end{array}\right\},$$

$$\left.\begin{array}{r} \delta N'_1 = -17''{,}495875 + 0''{,}112672\,\mu - 5''{,}173924\,\mu' - 6''{,}803374\,\mu'' - 0''{,}197508\,\mu''' \\ - 5''{,}155507\,\mu^{IV} - 0''{,}272891\,\mu^{V} - 0''{,}005343\,\mu^{VI} \\ - 0''{,}427358 - 0''{,}040312\,\mu - 0''{,}168609\,\mu' - 0''{,}252177\,\mu'' + 0''{,}014123\,\mu''' \\ + 0''{,}018888\,\mu^{IV} + 0''{,}000680\,\mu^{V} + 0''{,}000049\,\mu^{VI} \end{array}\right\}.$$

Марсъ.

$$\left.\begin{array}{r} \delta J'''_1 = -0''{,}020174 - 0''{,}000233\,\mu + 0''{,}126001\,\mu' + 0''{,}000000\,\mu'' + 0''{,}000000\,\mu''' \\ - 0''{,}134007\,\mu^{IV} - 0''{,}011892\,\mu^{V} - 0''{,}000043\,\mu^{VI} \\ + 0''{,}010323 + 0''{,}000115\,\mu + 0''{,}004644\,\mu' - 0''{,}000466\,\mu'' + 0''{,}000244\,\mu''' \\ + 0''{,}006060\,\mu^{IV} - 0''{,}000271\,\mu^{V} - 0''{,}000003\,\mu^{VI} \end{array}\right\},$$

$$\left.\begin{array}{r} \delta N'''_1 = -22''{,}144320 - 0''{,}214890\,\mu - 8''{,}161784\,\mu' - 1''{,}802211\,\mu'' - 0''{,}298197\,\mu''' \\ - 11''{,}205676\,\mu^{IV} - 0''{,}449674\,\mu^{V} - 0''{,}011888\,\mu^{VI} \\ - 0''{,}182037 + 0''{,}017816\,\mu - 0''{,}313344\,\mu' + 0''{,}272244\,\mu'' + 0''{,}028623\,\mu''' \\ - 0''{,}193142\,\mu^{IV} + 0''{,}005476\,\mu^{V} + 0''{,}000290\,\mu^{VI} \end{array}\right\}.$$

Юпитеръ.

$$\left.\begin{array}{r} \delta J^{IV}_1 = -0''{,}207364 - 0''{,}006403\,\mu - 0''{,}122489\,\mu' + 0''{,}000000\,\mu'' - 0''{,}007355\,\mu''' \\ + 0''{,}000000\,\mu^{IV} - 0''{,}071685\,\mu^{V} + 0''{,}000568\,\mu^{VI} \\ - 0''{,}002071 + 0''{,}000646\,\mu - 0''{,}003786\,\mu' + 0''{,}000000\,\mu'' + 0''{,}000867\,\mu''' \\ + 0''{,}000195\,\mu^{IV} + 0''{,}000009\,\mu^{V} - 0''{,}000002\,\mu^{VI} \end{array}\right\},$$

$$\left.\begin{array}{r} \delta N^{IV}_1 = -14''{,}207845 - 0''{,}214462\,\mu - 12''{,}242825\,\mu' - 0''{,}009030\,\mu'' - 0''{,}267970\,\mu''' \\ - 7''{,}053958\,\mu^{IV} + 5''{,}633552\,\mu^{V} - 0''{,}053152\,\mu^{VI} \\ - 0''{,}469532 + 0''{,}016626\,\mu - 0''{,}403115\,\mu' + 0''{,}000000\,\mu'' + 0''{,}017531\,\mu''' \\ + 0''{,}026411\,\mu^{IV} - 0''{,}128230\,\mu^{V} + 0''{,}001245\,\mu^{VI} \end{array}\right\}.$$

Сатурнъ.

$$\delta J_1^V = \left.\begin{aligned} &-0'',137812 - 0'',007388\,\mu - 0'',184810\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' - 0'',008651\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',059813\,\mu^{IV} + 0'',000000\,\mu^{V} + 0'',003224\,\mu^{VI} \\ &-0'',008082 + 0'',000717\,\mu - 0'',005842\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' + 0'',000939\,\mu''' \\ &\qquad - 0'',003733\,\mu^{IV} - 0'',000002\,\mu^{V} - 0'',000161\,\mu^{VI} \end{aligned}\right\},$$

$$\delta N_1^V = \left.\begin{aligned} &-18'',910246 - 0'',075650\,\mu - 5'',617733\,\mu' - 0'',001041\,\mu'' - 0'',097471\,\mu''' \\ &\qquad - 12'',497595\,\mu^{IV} - 0'',325535\,\mu^{V} - 0'',295221\,\mu^{VI} \\ &-0'',133550 + 0'',005053\,\mu - 0'',186219\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' + 0'',004291\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',039300\,\mu^{VI} + 0'',001377\,\mu^{V} + 0'',002648\,\mu^{VI} \end{aligned}\right\}.$$

Уранъ.

$$\delta J_1^{VI} = \left.\begin{aligned} &-0'',033375 - 0'',003678\,\mu + 0'',010016\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' - 0'',004073\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',060296\,\mu^{IV} - 0'',029185\,\mu^{V} - 0'',000001\,\mu^{VI} \\ &+0'',002139 + 0'',000419\,\mu + 0'',000553\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' + 0'',000613\,\mu''' \\ &\qquad - 0'',000035\,\mu^{IV} + 0'',000589\,\mu^{V} \end{aligned}\right\},$$

$$\delta N_1^{VI} = \left.\begin{aligned} &-32'',889873 - 0'',533196\,\mu - 22'',669177\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' - 0'',646407\,\mu''' \\ &\qquad - 10'',313279\,\mu^{IV} + 1'',279555\,\mu^{V} - 0'',007369\,\mu^{VI} \\ &-0'',682036 + 0'',046007\,\mu - 0'',738047\,\mu' + 0'',000000\,\mu'' + 0'',054480\,\mu''' \\ &\qquad + 0'',032382\,\mu^{IV} - 0'',076858\,\mu^{V} \end{aligned}\right\}.$$

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка.	Напечатано.	Должно читать.
4	17	$\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)^2$	$\left(\frac{\Delta r'}{a'} - \frac{\Delta r}{a}\right)^3$
17	18	$\cos(2\zeta' - 2N')$	$\cos(2\zeta - 2N')$
18	8	$[6C^{(0)} - 4C^{(1)}]$	$[6C^{(0)} + 3C^{(1)}]$
33	17	0″,004068	0″,004086
39	18	— 0″,888002 ($\bar{1}$,9484140)	— 0″,000888 ($\bar{4}$,9484140)
42	11	0″,046088	0″,049088
—	29	0″,047251	0″,050251
53	10	0″,000480	— 0″,000480
—	21	— 0″,000009	— 0″,000004
61	29	0″,000435	0″,000433
62	26	— 0″,000342	— 0″,000842
64	11	— 0″,000106	— 0″,000091
74	12	0″,000002 ($\bar{6}$,4031226)	0″,000022 ($\bar{5}$,3479848)
—	13	— 0″,000003 ($\bar{6}$,5045217)	— 0″,000028 ($\bar{5}$,4493839)
83	20	0″,001001	0″,001091
89	3	0″,000002	— 0″,000002
97	29	— 0″,000000	— 0″,000009
110	9	0,0000012368 t	0,0000012388 t
122	6	0″,000001	— 0″,000001
—	8	0″,00005626	0″,005626
126	11	— 0″,000030	0″,000030
127	27	0″,000112	— 0″,000112
136	7	0″,000474	0″,000464
138	2	— 0″,000015	0″,000015.

